

SKYNUMO LAIKO ĮTAKA ŠILKMEDŽIO (*MORUS ALBA L.*) LAPŲ CHEMINEI SUDĖČIAI

Irina SKIRMANTIENĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas,
el. paštas: irina.skirmantiene@vdu.lt

Santrauka

Baltasis šilkmedis (*Morus alba L.*) dažniausiai naudojamas kaip funkcinis maistas ir medicininiais tikslais. Šilkmedžio lapai be pagrindinių biocheminių junginių pasižymi antioksidaciniais biologiškai aktyviais junginiais. Nuolatinė augalų analizė gali atskleisti naujas struktūras ir potencialiai neištirtus medžiagų apykaitos veiksmus. Nauji tyrimai šioje srityje praplės žinias ir prisidės prie maisto ir farmacijos pramonės pažangos.

Velsės 'Galicia' ir 'Smuglianka' šilkmedžio lapuose standartiniais metodais buvo nustatytas sausųjų medžiagų, ląstelienos, baltymų ir bendras aminorūgščių kiekis. Atlikti tyrimas parodė, kad veislė ir skynimo laikas sausųjų medžiagų kiekiui esminės įtakos neturėjo. O esmingai didžiausias baltymų ir bendras aminorūgščių kiekis buvo nustatytas veislės 'Galicia' lapuose, skintuose birželio mėnesį.

Reikšminiai žodžiai: šilkmedis, skynimo laikas, aminorūgštys, veislė.

Įvadas

Šilkmedis (*Morus*) yra medis, plačiai auginamas visame pasaulyje, vienas iš naudingiausių planetos augalų tvariam vystymuisi, jis svarbus tiek ekonominiu, tiek ir ekologiniu požiūriu. Platus ekologinis šilkmedžio prisitaikymas prie skirtingų aplinkos sąlygų, tokių kaip temperatūra, vanduo ir dirvožemis, jam leidžia atlikti daugybę ekologinių apsauginių funkcijų vandens ir dirvožemio išsaugojimo, atsparumo vėjui ir smėlio konsolidacijos, vandens šaltinių išsaugojimo ir oro valymo srityse (Jian et al., 2012). Šilkmedis atsparus ligoms ir kenkėjams bei infekcijoms, be to suaugusių šilkmedžių nereikia tręšti ar laistyti – galingos jų šaknys yra be galo skvarbios. Tyrimai parodė didelį šilkmedžio potencialą energetikos, maisto, farmacijos pramonėje ir net grožio industrijoje (Li et al., 2024). Labai spartus šilkmedžio augimas lemia tai, kad augalo biomasė gali būti naudojama kaip biokuro ar energijos šaltinis (Achmedova et al., 2024). Taip pat šilkmedžio lapai gali būti panaudojami kaip natūralūs spalvos, skonio stiprikliai maisto produktų sudėčiai, funkcionalumui ir kokybei pagerinti. Šilkmedžio lapai be pagrindinių biocheminių junginių, tokių kaip sausųjų medžiagų, baltymų, ląstelienos ir aminorūgščių (Murthy et al., 2013), pasižymi ir antioksidaciniais junginiais (Gani et al., 2025; Porasar, 2025; Chen, 2022; Hussain, 2017; Jarienė, 2015).

Šilkmedžio lapuose, yra įvairių aminorūgščių, tačiau jų kiekiai gali priklausyti nuo lapų brandos, augimo sąlygų, klimato sąlygų (Srivastava et al., 2006). Augimo pradžioje ir vegetatyviniu laikotarpiu augalai dažnai turi didesnę aminorūgščių kiekį, nes jų reikia augimui. Vėliau aminorūgščių kiekis gali sumažėti, nes poreikis padidėja augimui ir reprodukcijai. Senstant lapams baltymai skyla į aminorūgštis, yra kaupiami ir vėliau panaudojami naujiems pumpurams ir lapams auginti. Prasideda augalų grūdinimasis prieš žiemą. Šiuo laikotarpiu galimas aminorūgščių ir mikroelementų naudojimas (Duchovskis ir kt., 2024).

Šilkmedis vis labiau populiarėja Lietuvoje dėl savo įvairiapusės naudos žmogui ir plataus panaudojimo. Kadangi Lietuvoje šilkmedžio lapų tyrimų yra atlikta nedaug, siekiant išpopuliarinti šį augalą ir atskleisti jo potencialą, tokie tyrimai yra itin svarbūs ir reikalingi. Todėl tyrimai yra aktualūs ir siekiama įvertinti baltojo šilkmedžio lapų veislės ir skynimo laiko įtaką jų kokybei. Tyrimai šioje srityje ne tik praplės žinias, bet ir gali turėti reikšmės maisto ir farmacijos pramonei.

Tyrimo tikslas: ištirti ir įvertinti skirtingų veislių šilkmedžio lapų skynimo laiko įtaką cheminei sudėčiai.

Tyrimo uždaviniai:

1. Ištirti ir palyginti skynimo laiko įtaką baltojo šilkmedžio lapų sausųjų medžiagų kiekiui.
2. Įvertinti skynimo laiko įtaką baltojo šilkmedžio lapų ląstelienos, baltymų ir bendram amino rūgščių kiekiui.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimo objektas: Baltojo šilkmedžio (*Morus L.*) veislių 'Smuglianka' ir 'Galicia' lapai.

Tyrimai buvo atliekami 2024 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos (VDU ŽŪA) Agronomijos fakulteto, Maisto žaliavų, agronominių ir zootechninių tyrimų laboratorijoje ir Kauno technologijos universiteto, Maisto instituto Maisto tyrimų centre.

Šilkmedžio lapai buvo skinti 2024 m. atsitiktine tvarka nuo šešių šilkmedžių su lapkočiais birželio, liepos, rugpjūčio ir rugsėjo mėnesiais I dekadą. Bendras mėginys sudarė apie 200 lapų. Atsitiktine tvarka, iš jo sudarytas laboratorinis mėginys, kurį sudarė 90 lapų. Šilkmedžio lapai užšaldomi -35 °C temperatūroje, po to liofilizuojami ZIRBUS sublimacinėje džiovykloje 3×4×5 (ZIRBUS Technology, Bad Grund, Vokietija). Liofilizuoti lapai susmulkinami į miltelius, naudojant laboratorinį malūnėlį 'Grindomix GM 200' ('Retsch GmbH', Haan, Vokietija).

Eksperimento variantai:

Veiksny A: veislė:

1. 'Smuglianka';
2. 'Galicia'.

Veiksny B: lapų skynimo laikas:

1. Birželio mėnesį I dekada;
2. Liepos mėnesį I dekada;
3. Rugpjūčio mėnesį I dekada;
4. Rugsėjo mėnesį I dekada.

Tyrimas atliktas trimis pakartojimais. Standartiniais metodais buvo nustatyti lapuose esančių šių medžiagų kiekiai:

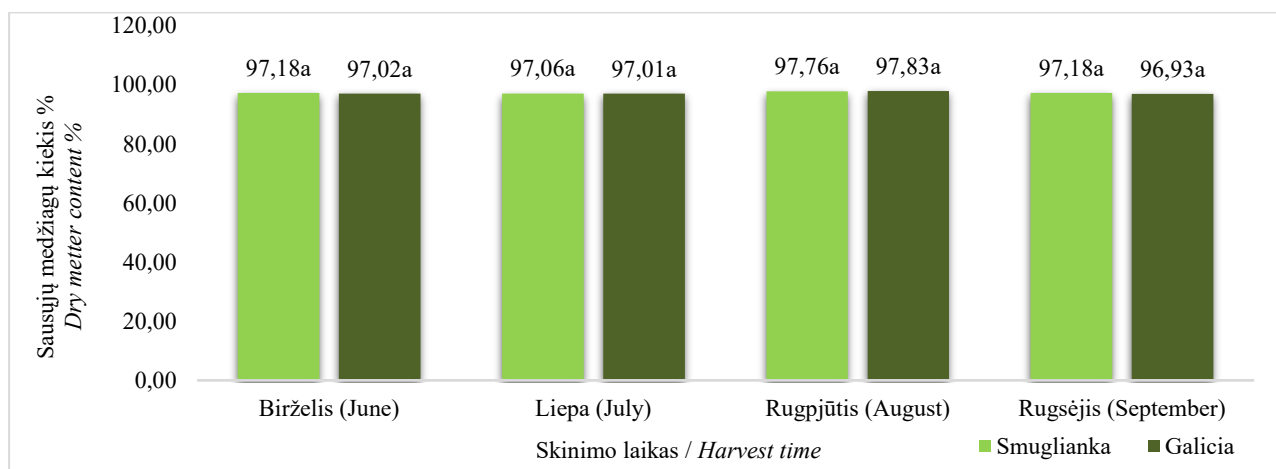
1. Sausųjų medžiagų kiekis proc. – džiovinant mėginius 105° C temperatūroje iki nekintamos masės (LST ISO 751:2000).
2. Žalios ląstelienos kiekis proc. – Henebergo-Štomano metodu (Methodenbuch Band III – VDLUFA, 1983–1999).
3. Baltymų kiekis proc. – Kjeldalio metodu (LST EN ISO 5983-1:2005/AC:2009).
4. Bendras aminorūgščių kiekis – efektyviosios skysčių chromatografijos metodu.

Tyrimų duomenys įvertinti dviejų veiksnių dispersinės analizės metodu (ANOVA), naudojant kompiuterinę programą STATISTICA. Statistinis patikimumas tarp duomenų buvo įvertintas Fisher LSD testu, kai patikimumas didesnis nei 95 proc. ($p \leq 0,05$) (Sakalauskas, 2003).

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Sausosios medžiagos yra vienas svarbiausių augalinių žaliavų kokybės rodiklių, jos lieka iš augalinės žaliavos pašalinus vandenį. Šių medžiagų kiekis augaluose priklauso nuo daugelio veiksnių: augalo rūšies, klimatinės sąlygų, dirvožemio ir tręšimo (Jarienė ir kt., 2016).

Eksperimentinio tyrimo metu nustatyta, kad šilkmedžio lapuose sausųjų medžiagų kiekis svyravo nuo 96,93 proc. iki 97,83 proc. Tarp variantų esminių skirtumų nenustatyta. Daugiausiai sausųjų medžiagų nustatyta lapuose rugpjūčio mėnesį, o mažiausiai skintuose rugsėjo mėnesį veislės 'Galicia' lapuose (žr. 1 pav.). D. Levickienė ir kiti mokslininkai (2024) nustatė, kad Lietuvoje auginto šilkmedžio lapuose sausųjų medžiagų kiekis buvo 96,78 proc.



Pastaba. Skirtingomis abėcėlės raidėmis pažymėti esminiai variantų vidurkių skirtumai, kai $p \leq 0,05$

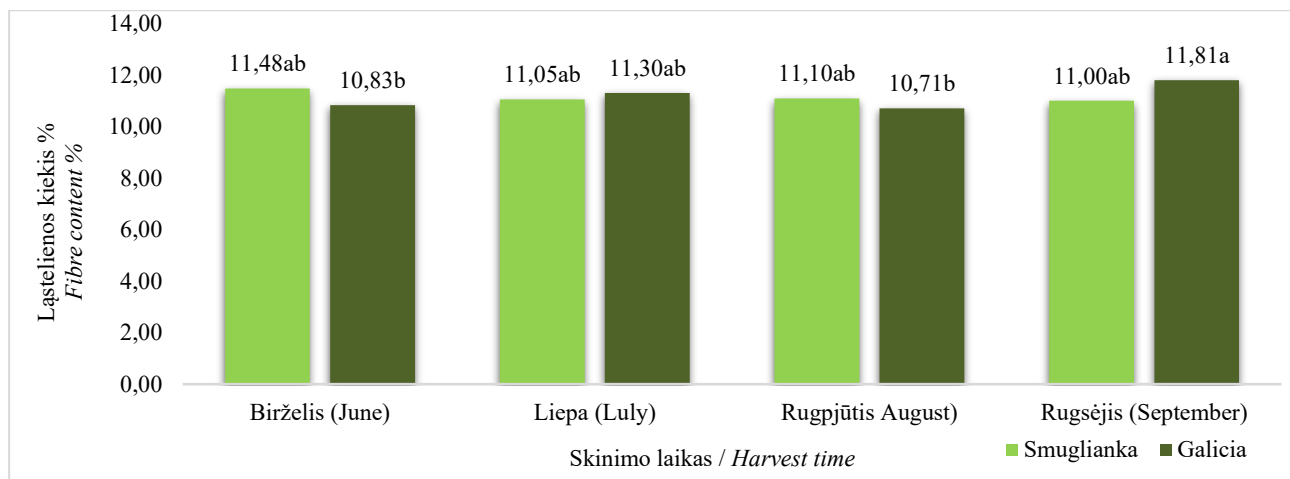
Note. Different letters indicate significant differences between treatment averages, $p \leq 0.05$.

1 pav. Sausųjų medžiagų kiekis proc

Fig. 1. Dry matter content %

Ląsteliena – tai augalinis pluoštas, kuris yra ne tik augalų ląstelių struktūros dalis, bet ir ląstelių apsauginė medžiaga (Velička ir kt., 2021). Maistinės skaidulos klasifikuojamos kaip tirpios vandenyje ir netirpios (Harris, Smith, 2006). Ląsteliena labai svarbi žmogaus organizmui, nes nukenksmina tulžies rūgštis, kurių perteklius valgant riebų maistą kenkia žarnyno gleivinei, mažina cholesterolio koncentraciją kraujo plazmoje, taip saugodama nuo aterosklerozės, gerina ir aktyvina žarnyno veiklą, detoksikuoja organizmą – sujungia sunkiuosius metalus ir padeda juos pašalinti su išmatomis (Srivastava et al., 2006).

Tirtuose skirtingų veislių lapuose nustatyta, kad ląstelienos kiekis svyravo nuo 10,71 iki 11,81 proc. (žr. 2 pav.). Rugsėjo mėnesį skintuose veislės 'Galicia' lapuose nustatytas esmingai didžiausias 11,81 proc. ląstelienos kiekis. Literatūros duomenimis, šilkmedžių lapuose ląstelienos kiekis svyruoja nuo 9,1 iki 15,3 proc. (Jarienė ir kt., 2015; Levickienė ir kt., 2024).

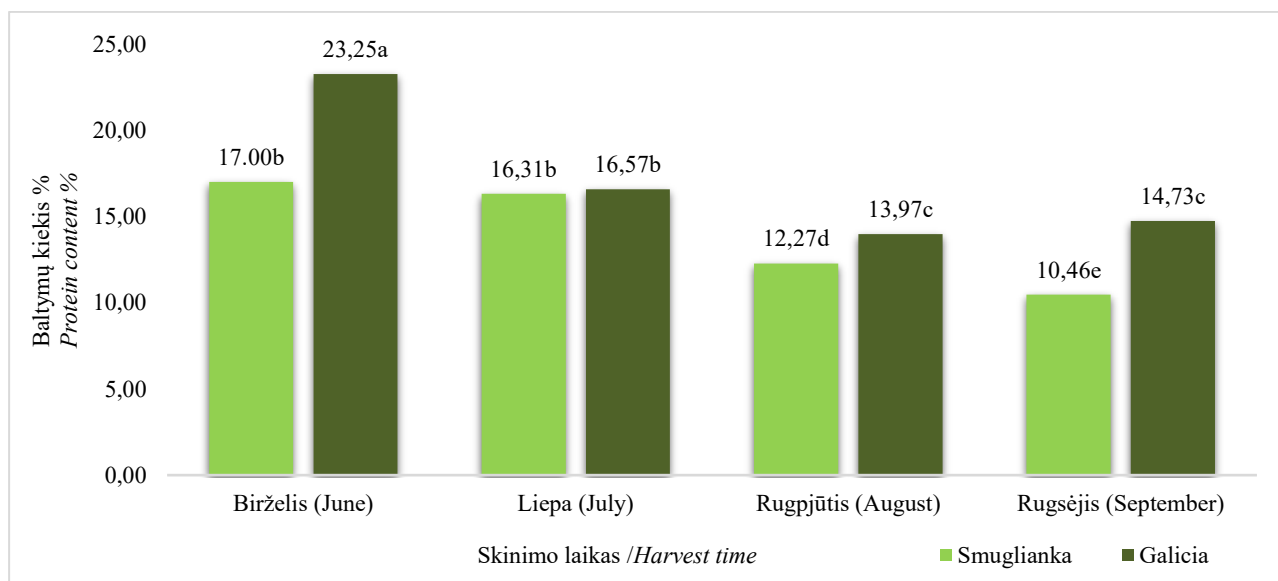


Pastaba. Skirtingomis abėcėlės raidėmis pažymėti esminiai variantų vidurkių skirtumai, kai $p \leq 0,05$
 Note. Different letters indicate significant differences between treatment averages, $p \leq 0.05$

2 pav. Ląstelienos kiekis proc.
Fig. 2. Fibre content %

Baltymai – organizmo lengvai pasisavinama medžiaga. Jų vertė priklauso nuo nepakeičiamųjų aminorūgščių santykio ir kiekio, be to nuo subrendimo lygio, nes bręstant lapams (senstant) baltymų kiekis juose mažėja, o ląstelienos, atvirkščiai, daugėja (Jarienė ir kt., 2016). Dėl didelio baltymų kiekio šilkmedžio lapai yra labai vertingas maisto produktas, tyrimai rodo, kad šilkmedžio lapai sukaupia nuo 15,31 iki 30,91 proc. baltymų (Srivastava et al., 2006).

Nustatyta, kad didžiausią įtaką baltymų kiekiui lapuose turėjo abu veiksniai: tiek veislė, tiek skynimo laikas (žr. 3 pav.). Lapams bręstant baltymų kiekis mažėjo. Esmingai mažiausiai baltymų nustatyta rugsėjo mėnesį skintuose veislės 'Smuglianka' lapuose – net 10,46 proc., o veislės 'Galicia' lapuose skintų rugpjūčio ir rugsėjo mėnesiais net atitinkamai 12,27 ir 10,46 proc., lyginant su skintais birželio mėnesį. Esmingai didžiausias 23,25 proc. baltymų kiekis buvo nustatytas birželio mėnesį 'Galicia' lapuose.



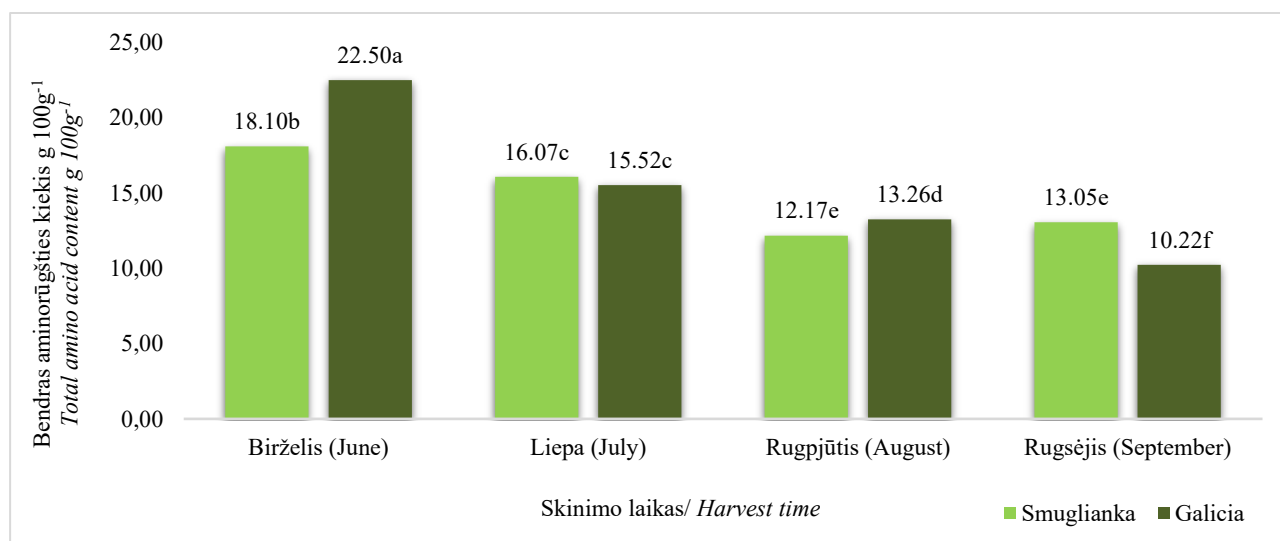
Pastaba. Skirtingomis abėcėlės raidėmis pažymėti esminiai variantų vidurkių skirtumai, kai $p \leq 0,05$
 Note. Different letters indicate significant differences between treatment averages, $p \leq 0.05$

3 pav. Baltymų kiekis %
Fig. 3. Protein content %

Aminorūgštys – maistinės medžiagos, kurios yra peptidų ir baltymų statybiniai blokai, taip pat turi reguliavimo vaidmenį ląstelių metabolizme ir funkcijose (Li, Wu, 2022; Wu, 2021). Jau seniai žinoma, kad maistinių baltymų ar aminorūgščių trūkumas kenkia imuninei funkcijai ir padidina žmonių jautrumą infekcinėms ligoms (Li et al., 2007). Šios maistinės medžiagos yra būtinos visų ląstelių tipų funkcijoms, taigi, ir viso kūno homeostazei, išgyvenimui, augimui ir vystymuisi, atlieka svarbų vaidmenį užkertant kelią medžiagų apykaitos ir infekcinėms ligoms bei gydant tam tikrus virškinimo, neurologinės, raumenų, reprodukcinės ir širdies ir kraujagyslių sistemų sutrikimus (Wu, 2021). Šilkmedžio lapų kokybei didelės įtakos turi veislės, auginimo sąlygos, džiovavimo būdas, lapų amžius. Užsienio mokslininkų tyrime

buvo ištirta 10 veislių šilkmedžio lapų ir nustatyta, kad aminorūgščių kiekis svyravo nuo 21.88 iki 68.43 g 100g⁻¹ (Murthy et al., 2013).

Iš pateiktų rezultatų matyti, kad bendram aminorūgščių kiekiui lapuose skynimo laikas abiem tyrinėtoms šilkmedžio veislėms turėjo esminę įtaką (žr. 4 pav.). Lapų vegetacijos eigoje bendras aminorūgščių kiekis esmingai mažėjo. Esmingai didžiausią bendrą aminorūgščių kiekį sukaupė veislės 'Galicia' šilkmedžio lapai, skinti birželio mėnesį – 22,50 g 100g⁻¹. O esmingai mažiausi kiekiai buvo nustatyti lapuose, skintuose vegetacijos pabaigoje.



Pastaba. Skirtingomis abėcėlės raidėmis pažymėti esminiai variantų vidurkių skirtumai, kai $p \leq 0,05$
 Note. Different letters indicate significant differences between treatment averages, $p \leq 0.05$

4 pav. Bendras aminorūgščių kiekis g 100g⁻¹.

Fig. 4. Total amino acid content g 100g⁻¹.

Išvados

1. Atliktas tyrimas parodė, kad veislė ir skynimo laikas sausųjų medžiagų kiekiui esminės įtakos neturėjo.
2. Rugsėjo mėnesį skintuose veislės 'Galicia' lapuose nustatytas didžiausias ląstelių kiekis. Esmingai didžiausias baltymų ir aminorūgščių kiekis buvo nustatytas veislės 'Galicia' lapuose, skintuose birželio mėnesį.

Literatūra

1. Chen, C., Mokhtar, R. A. M., Sani, M. S. A., & Noor, N. Q. I. M. (2022). The effect of maturity and extraction solvents on bioactive compounds and antioxidant activity of mulberry (*Morus alba*) fruits and leaves. *Molecules*, 27(8), 2406. <https://www.mdpi.com/1420-3049/27/8/2406>
2. Gani, M. Rahman, R (2025). Minor Fruits: Nutritional Composition, Bioactive Potential, and Their Food Applications, 224
3. Harris, P. J., & Smith, B. G. (2006). Plant cell walls and cell-wall polysaccharides: structures, properties and uses in food products. *International Journal of Food Science & Technology*, 41, 129-143. <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.2006.01470.x>
4. Hussain, F., Rana, Z., Shafique, H., Malik, A., & Hussain, Z. (2017). Phytopharmacological potential of different species of *Morus alba* and their bioactive phytochemicals: A review. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(10) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2221169117309814>.
5. Jarienė, E., Daniļčenko, H., Černiauskienė, J., & Levickienė, D. (2015). Antioksidaciniai junginiai baltojo šilkmedžio (*Morus alba* L.) lapuose. *Žmogaus ir gamtos sauga. Tarptautinės mokslinės-praktinės konferencijos medžiaga*, 101-104. https://zua.vdu.lt/wp-content/uploads/2019/02/101_Levickiene.pdf
6. Jarienė, E., Daniļčenko, H., Levickienė, D., Žaldarienė, S., Paskevič, P., & Danil, D. (2016). Topinambai (*Helianthus tuberosus* L.) ir baltasis šilkmedis (*Morus alba* L.) – draugiškumas tvariai aplinkai. *Žmogaus ir gamtos sauga*, (4), 167-170. https://zua.vdu.lt/wp-content/uploads/2019/02/167-170_Levickiene_3_sekc_25.pdf
7. Jian, Q., Ningjia, H., Yong, W., & Zhonghuai, X. (2012). Ecological issues of mulberry and sustainable development. *Journal of Resources and Ecology*, 3(4), 330-339.
8. Levickienė, D., Kulaitienė, J., Vaitkevičienė, N., & Rakauskaitė, L. (2024). Influence of mulberry leaf powder additive on chemical and physical characteristics of wheat and rice flour butter cookies. *Foods*, 13(11), 1737. <https://doi.org/10.3390/foods13111737>
9. Li, P., Yin, Y. L., Li, D., Kim, S. W., & Wu, G. (2007). Amino acids and immune function. *British Journal of Nutrition*, 98(2), 237-252.

10. Li, P., & Wu, G. (2022). Important roles of amino acids in immune responses. *British Journal of Nutrition*, 127(3), 398-402.
11. Li, R., Wang, J., Liu, J., Li, M., Lu, J., Zhou, J., ... & Chen, H. (2024). Mulberry leaf and its effects against obesity: A systematic review of phytochemistry, molecular mechanisms and applications. *Phytomedicine*, 155528.
12. Ma, G., Chai, X., Hou, G., Zhao, F., & Meng, Q. (2022). Phytochemistry, bioactivities and future prospects of mulberry leaves: A review. *Food Chemistry*, 372, 131335.
13. Murthy, & Ramesh, H. & Lokesh, G. & Munirajappa, & Yadav, Raghvendra. (2013). Leaf quality evaluation of ten mulberry (*Morus*) germplasm varieties through phytochemical analysis. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*. 21. 182-189.
14. Duchovskis P. (sudarytojas). (2024). Augalų produktyvumas (2-as papildytas ir patikslintas leidimas). LAMMC, VDU ŽŪA. 304 p.
15. Polumackanycz, M., Sledzinski, T., Goyke, E., Wesolowski, M., & Viapiana, A. (2019). A comparative study on the phenolic composition and biological activities of *Morus alba* L. commercial samples. *Molecules*, 24(17), 3082.
16. Porasar, P., Gibo, R., Gogoi, B., Sharma, D., Bharadwaj, A., Gam, S., ... & Dutta, K. N. (2025). A Systematic review on the phytochemistry, isolated compounds, nutritional benefits, pharmacology and toxicology of the plant species *Morus alba* L. *Discover Plants*, 2(1), 7.
17. Srivastava, S., Kapoor, R., Thathola, A., & Srivastava, R. P. (2006). Nutritional quality of leaves of some genotypes of mulberry (*Morus alba*). *International journal of food sciences and nutrition*, 57(5-6), 305-313.
18. Velička, A., Tarasevičienė, Ž., & Danilčenko, H. (2021). Aromatinių aminorūgščių įtaka mėtos (*Mentha* L.) genties augalų cheminei sudėčiai. *Žemės ūkio mokslai*, 28(1).
19. Wu G. Amino acids: biochemistry and nutrition. CRC Press; 2021 Sep 26.
20. Achmedova, M., Nuragdiyev, D., Kurbanbaeva, G., & Berdieva, G. (2024). Derevo šelkovic: prirodnoe bogatstvo i ekonomiceskaja cennost. *Nauchij žurnal 'Ceteris paribus'*, 38.

THE INFLUENCE OF HARVEST TIME ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF WHITE MULBERRY (*MORUS ALBA* L.) LEAVES.

Abstract

White mulberry (*Morus alba* L.) is commonly used as a functional food and for medicinal purposes. Mulberry leaves, in addition to their main biochemical compounds, are characterized by antioxidant bioactive compounds. Continuous analysis of the plant may reveal new structures and potentially unexplored metabolic factors. New research in this area will expand our knowledge and contribute to the progress of the food and pharmaceutical industries.

The dry matter, fiber, protein and total amino acid content were determined in the leaves of the white mulberry varieties 'Galicija' and 'Smuglianka' using standard methods. The study showed that the variety and the harvest time did not significantly affect the dry matter content. And significantly, the highest protein and total amino acid content was determined in the leaves of the variety 'Galicija' harvested in June.

Keywords: mulberry, harvest time, amino acids, variety.