

ŠVIEŽIŲ IR KONTROLIUOJAMOS ATMOSFEROS KAMEROSE LAIKYTŲ ČESNAKŲ KOKYBĖS TYRIMAI

Ieva BURBULYTĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: ieva.burbulyte@vdu.lt

Aurelija PAULAUSKIENĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: aurelija.paulauskiene@vdu.lt

Santrauka

Išanalizavus mokslinius straipsnius ir atlikus cheminius tyrimus, galima teigti, kad česnakas (*Allium sativum*) yra labai naudinga daržovė visuomenės racione. Jis pasižymi puikiais antibakterinėmis, priešuždegiminėmis ir priešgrybelinėmis savybėmis, tačiau geriausią cheminę sudėtį turi šviežias, neperdirbtas, nepaveiktas laikymo sąlygų ar kitų veiksnių česnakas. Todėl, norint įsisavinti geriausias medžiagas, rekomenduojama vartoti šviežią. Šiame darbe buvo taikytas česnakų laikymas skirtingos atmosferos kameroje, geriausiai pasižymėjo dvi kameros, kurios palaikė 60–70 % drėgmę ir 0 ir 2°C temperatūrą. Iširta tirpių sausųjų medžiagų, fenolių ir askorbo rūgščių kiekiai. Laikymo pokyčiai įrodė, kad česnakų laikymui yra netinkama aukštesnė nei 2°C temperatūra ir atmosferos palaikymas CO₂, O₂ ir N₂ dujomis. Dėl per didelės temperatūros, laikant ilgesnį laiką, kyla grėsmė prarasti žaliavas, kadangi jos pradeda pelyti ir pūti.

Reikšminiai žodžiai: česnakas, laikymas, pokyčiai, kokybė, cheminė sudėtis.

Įvadas

Valgomasis česnakas (*Allium sativum*) yra amarilinių šeimos česnako genties augalas. Valgomasis česnakas kilęs iš Vidurinės Azijos, Džungarijos ar Indijos. Česnakas gali būti sudarantis žiedstiebį ir bestiebis. Jo lapai plokšti, linijiški, skiauterėti, kraštai šiurkštūs, plotis siekia iki 12 mm. Česnako ropelę sudaro įprastai 6–10 skiltelių, kurias supa apvalkalas, jos forma – kiaušiniška (Gaižutienė ir kt., 2022).

Moksliniame straipsnyje Moutia ir kt. (2018) aprašo, kad česnako cheminė sudėtis priklauso nuo rūšies ir auginimo sąlygų. Česnakuose yra daugiau nei 200 cheminių junginių, suteikiančių česnakams išskirtines savybes. Juose yra apie 65 % vandens, 28 % angliavandenių, 2,3 % organinių sieros junginių, 2 % baltymų, 1,2 % laisvųjų aminorūgščių ir 1,5 % skaidulų. Česnakuose randama tiek riebaluose tirpių vitaminų (A, K ir E), tiek ir vandenyje tirpių vitaminų (C, B grupės: B1, B2, B3, B6 ir B8), mineralinių medžiagų (Ca, Fe, Mg, P, K, Na ir Zn). Organiniai sieros junginiai suteikia česnakui būdingą aštrų skonį ir kvapą bei farmakologines savybes (Moutia ir kt., 2018). Vienas iš svarbių junginių, esančių česnakuose, yra sieros turintis junginys alicinas, pasižymintis stipriomis antibiotinėmis savybėmis, išsiskiriantis smulkinant arba kramtant česnaką. Dėl šios priežasties česnakai labai naudingi žmonių sveikatai, pasižymi antibiotinėmis, priešgrybelinėmis, priešuždegiminėmis savybėmis.

Česnakas yra pakankamai jautrus klimato sąlygoms. Viena dažniausių ir pagrindinių žieminių česnakų auginimo problemų yra dauginamosios medžiagos iššalimas dėl ekstremalių meteorologinių sąlygų žiemos laikotarpiu. Siekiant padidinti produktyvumą ir optimizuoti česnakų auginimą, labai svarbu parinkti tinkamą veislę, atkreipiant dėmesį į šalies klimatą ir jo kaitą. Taip pat labai svarbus veiksnys yra sveikos dauginamosios medžiagos sodinimas (Karklelienė ir kt., 2022).

Idealiausios česnakų laikymo sąlygos, kai aplinkos temperatūra svyruoja tarp -1 ir 0 °C, o santykinis oro drėgnis yra 60–70 %. Tokiomis sąlygomis česnakai gali būti laikomi iki 12 mėnesių. Esant aukštai aplinkos temperatūrai (>25 °C) yra labai sudėtinga suvaldyti biologinius česnakų dygimo procesus, česnakai pradeda ne tik dygti, bet netgi pūti (Desta ir kt., 2021). Česnakų laikymas kontroliuojamos atmosferos kameroje maksimaliai padeda išsaugoti daržoves, sumažina jų laikymo nuostolius (Viškelis, 2012). Kontroliuojamos atmosferos kameros skirtos laikyti produkciją optimaliomis sąlygomis, nes reguliuojama laikymo temperatūra, santykinis drėgnis ir oro dujų sudėtis, kuri iš esmės skiriasi nuo normalaus oro pagal O₂ ir CO₂ kiekius (Thompson, 2004).

Tyrimo tikslas – nustatyti ir įvertinti česnakų cheminės sudėties pokyčius laikymo metu kontroliuojamos atmosferos kameroje.

Išsikeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Nustatyti šviežių ir kontroliuojamos atmosferos kameroje laikytų česnakų cheminę sudėtį.
2. Įvertinti česnakų laikymo sąlygų įtaką cheminės sudėties pokyčiams.

Tyrimų objektas ir metodai

2022–2023 m. buvo atlikti tyrimai Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos (VDU ŽŪA) Atviros prieigos Žemės ir miškų jungtinio tyrimų centro Augalinių žaliavų kokybės laboratorijoje. Tyrimams naudoti žieminiai česnakai. Kontroliuojamos atmosferos kameroje nustatytas 60–70 % santykinis oro drėgnis, bet skirtingos temperatūros ir oro sudėtis: 1 kameroje: 0 °C temperatūra, natūralios oro sąlygos (0,03 % CO₂, 21 % O₂, 78 % N₂ ir 0,97 % kitų dujų);

2 kamera: 2 °C temperatūra, natūralios oro sąlygos (0,03 % CO₂, 21 % O₂, 78 % N₂ ir 0,97 % kitų dujų); 3 kamera 2 °C temperatūra, 5 % CO₂, 5 % O₂; 90 % N₂; 4 kamera: 8 °C temperatūra, 3,5 % CO₂, 3,5 % O₂, 93 % N₂. Visose kamerose buvo laikomi trys mėginiai po 1 kg. Atvykus atlikti paskutinius matavimus 135 laikymo dieną pastebėta, kad ketvirtyje kameroje česnakai supelijo. Tai įvyko dėl netinkamai parinktų laikymo sąlygos, todėl su šia žaliava buvo neįmanoma atlikti tolesnių tyrimų ir skaičiavimų.

Standartiniais metodais česnakuose nustatyta tirpių sausųjų medžiagų, fenolinių junginių ir askorbo rūgšties kiekiai. Tirpių sausųjų medžiagų kiekis (%) nustatytas refraktometriniu metodu (LST ISO 2173:2004).

Bendras fenolinių junginių kiekis nustatytas spektrofotometriniu metodu, naudojant Folin – Ciocalteu reagentą (Singleton ir kt., 1999). 1 g mėginio ekstrahuotas 10 ml 75 % etanoliu 1 val. orbitalinėje purtyklėje D–91126 Vibramax 1200 aps. min.⁻¹ greičiu. Tada ekstraktas centrifuguotas 10 min. 3000 aps. min.⁻¹ greičiu ir nufiltruotas. 0,2 ml ekstrakto skiesta 5 ml distiliuoto vandens, įpilta 0,2 ml Folin – Ciocalteu reagento ir 1 ml 20 % Na₂CO₃. Po 30 min. laikymo tamsioje kambario temperatūroje spektrofotometru UVD–3200 išmatuota absorbcija 765 nm bangos ilgyje. Bendras fenolinių junginių kiekis išreikštas galo rūgšties ekvivalentu (mg GRE 100g⁻¹) ir apskaičiuotas pagal formulę:

$$C = \frac{c \times V \times 100}{m}; (1.)$$

čia V – pagaminto ekstrakto tūris, ml; m – žaliavos masė (g); C – galo rūgšties koncentracija nustatytas iš kalibracinės kreivės, mg g⁻¹.

Vitaminas C nustatytas Murri titravimo metodu (LST ISO 6557–2:2000). 5 g mėginio užpilta 20 ml 1 % oksalo rūgšties ir sutrinta iki vienalytės masės. Tada įpilta 5 ml 10 % švino acetato baltymams nusodinti, išmaišyta, viskas supilta į 100 ml talpos kolbą ir papildyta oksalo rūgštimi iki brūkšnio. Kolbos turinys paliktas stovėti 10 min. Po 10 min į tris stiklainaites įpilta po 10 ml nefiltruoto ekstrakto ir titruota Tilmanso reagentu iki rožinės spalvos, neišnykstančios iki 30 sekundžių. Askorbo rūgšties kiekis apskaičiuotas pagal formulę:

$$x = \frac{100 \times a \times T \times V}{b \times c}; (2.)$$

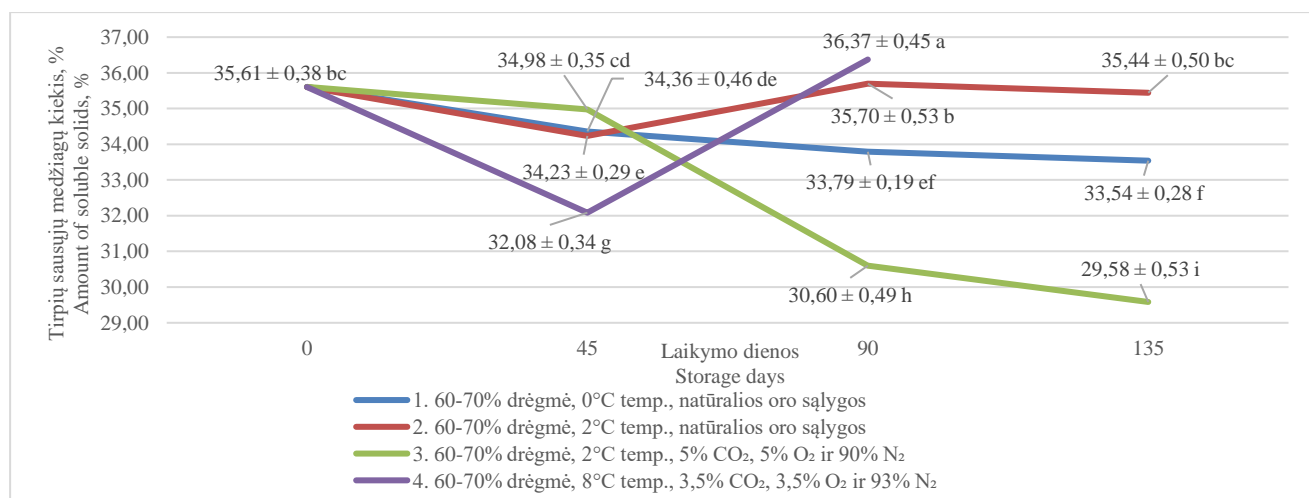
čia x – vitamino C kiekis, mg 100g⁻¹; a – sunaudoto Tilmanso reagento kiekis, ml; T – koeficientas, lygus 0,088; V – pagaminto ekstrakto tūris, ml; b – ekstrakto tūris, paimtas titravimui, ml; c – paimtos analizei medžiagos masė, g.

Tyrimo duomenys statistiškai įvertinti programa STATISTICA, dviejų veiksnių (lyginant šviežių ir laikytų kameroje česnakų cheminę sudėtį) dispersinę analizę. Suskaičiuotas aritmetinis vidurkis ir standartinis nuokrypis, įvertintas skirtumų tarp vidurkių statistinis patikimumas Fišerio (LSD) testu, kai p < 0,05.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Tirpios sausosios medžiagos yra vienas svarbiausių kokybinių rodiklių, nes jų sudėtyje yra vandenyje tirpūs vitaminai. Tirpių vitaminų kiekis priklauso nuo tirpių sausųjų medžiagų kiekio, kuo jis didesnis, tuo didesnis ir tirpių vitaminų kiekis.

Akan (2019) nustatė, kad šviežiuose česnakuose tirpių sausųjų medžiagų kiekis svyravo tarp 33,13 % ir 36,80 %. Šiame tyrime tirtuose prieš laikymą ir kameroje laikytų česnakų tirpių sausųjų medžiagų kiekiai buvo panašūs ir svyravo tarp 29,58 % ir 36,37 % (žr. 1 pav.). Nedidelius skirtumus galėjo lemti česnakų genotipas, auginimo ir laikymo sąlygos.



*Pastaba: esminiai skirtumai tarp duomenų vidurkių pažymėti skirtingomis mažosiomis abėcėlės raidėmis, kaip p < 0,05

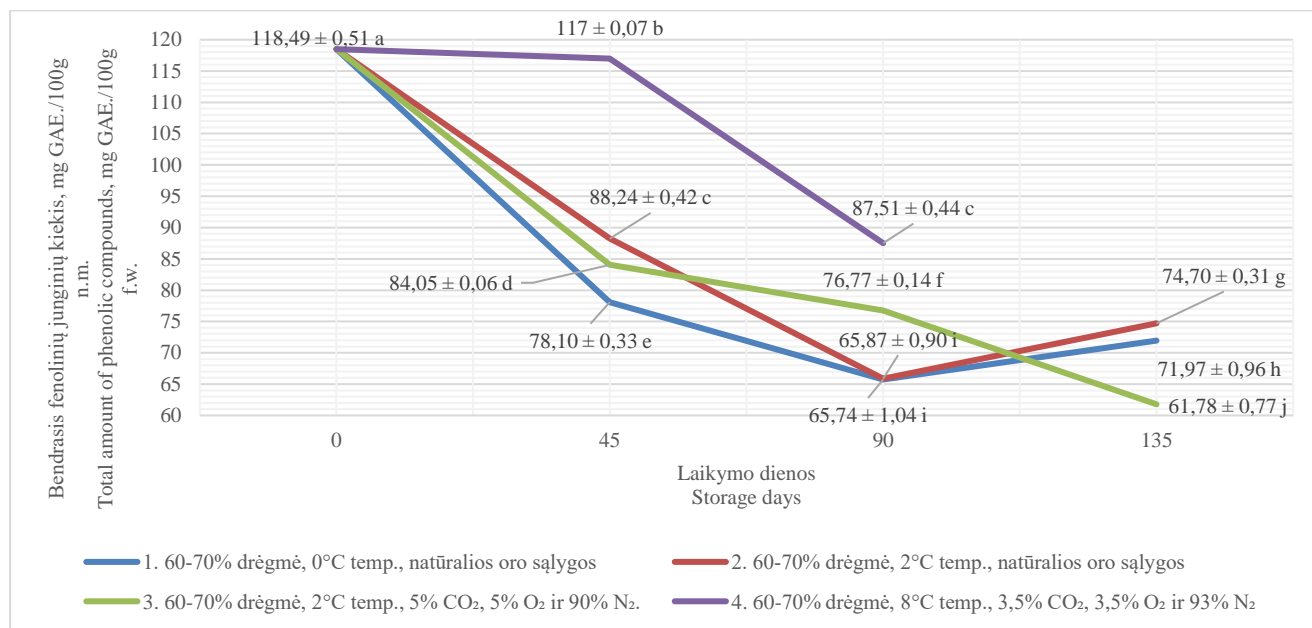
*Note: Significant differences between data means are indicated by different lowercase letters as p < 0,05

1 pav. Tirpių sausųjų medžiagų kiekis česnakuose, %
Fig. 1. Total soluble solids in garlic, %

Esminiai didžiausias tirpių sausųjų medžiagų kiekis (36,37 %) nustatytas po 90 dienų ketvirtoje kameroje laikant 8 °C temperatūroje, 3,5 % CO₂, 3,5 % O₂ ir 93 % N₂ atmosferoje. Esminiai mažiausias kiekis (29,58 %) buvo česnakuose, kurie laikyti 135 dienas trečioje kameroje, 2 °C temperatūroje, 5 % CO₂, 5 % O₂ ir 90 % N₂ atmosferoje.

Fenoliniai junginiai yra didelė antrinių augalų metabolitų grupė. Kim ir kt. (2013) nustatė, kad šviežiuose česnakuose bendrasis fenolinių junginių kiekis siekia 105,73 mg 100g. Tačiau žaliava laikymo metu praranda fenolinius junginius.

Atlikus tyrimus nustatyta, kad šviežiuose česnakuose yra 118,49 mg GAE 100g (žr. 2 pav.) fenolinių junginių. Šiame tyrime tirtuose česnakuose bendrasis fenolinių junginių kiekis sumažėjo nuo 118,49 iki 61,78 mg GAE 100g (žr. 2 pav.). Esminiai fenolinių junginių kiekio skirtumai nustatyti tarp visose kamerose laikytų česnakų. Po 135 dienų didžiausi nuostoliai nustatyti trečioje kameroje, kur buvo 2 °C temperatūra, 5 % CO₂, 5 % O₂ ir 90 % N₂ atmosfera. Nuostoliai siekė net 47,86 %.



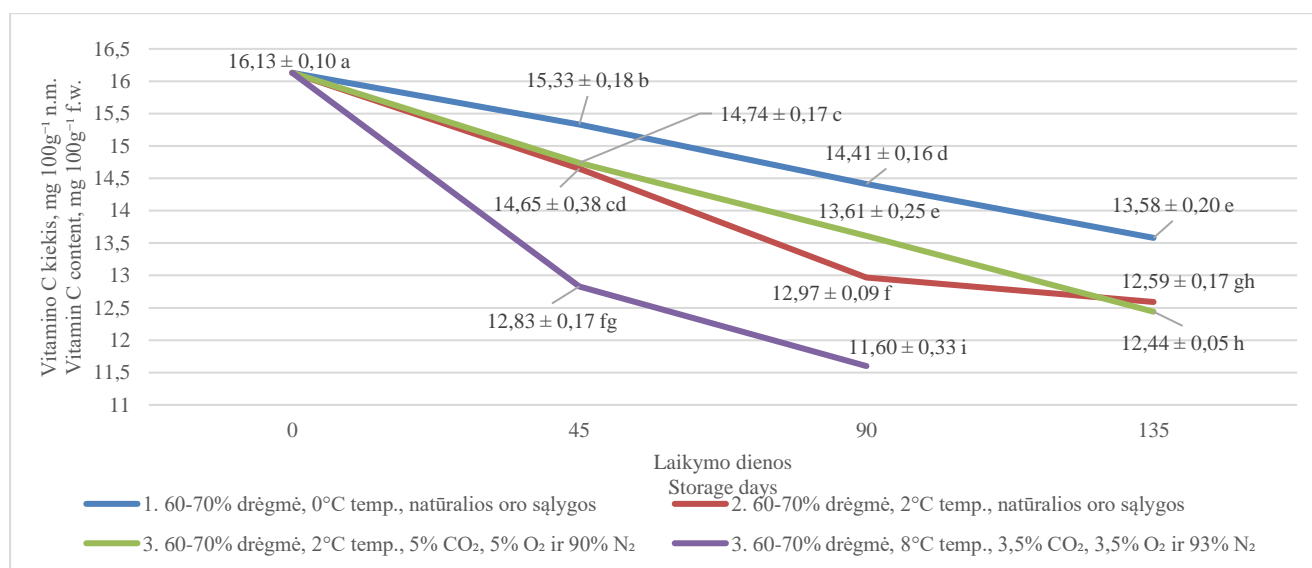
*Pastaba: esminiai skirtumai tarp duomenų vidurkių pažymėti skirtingomis mažosiomis abėcėlės raidėmis, kaip $p < 0,05$

*Note: Significant differences between data means are indicated by different lowercase letters as $p < 0,05$

2 pav. Bendrasis fenolinių junginių kiekis česnakuose, mg GAE 100g n.m.

Fig. 2. Total content of phenolic compounds in garlic, mg GAE 100g f.w.

Azzini ir kt. (2014) nustatė, kad šviežiuose česnakuose vitamino C kiekis svyravo tarp 11,01 ir 21,59 mg 100g⁻¹ (n. m.). Atlikus analizes šviežiuose česnakuose nustatyta, kad vitamino C buvo 16,13 mg 100g⁻¹. Laikymo metu vitamino C kiekis sumažėjo nuo beveik 16 % iki 28 % (žr. 3 pav.).



*Pastaba: esminiai skirtumai tarp duomenų vidurkių pažymėti skirtingomis mažosiomis abėcėlės raidėmis, kaip $p < 0,05$

*Note: Significant differences between data means are indicated by different lowercase letters as $p < 0,05$

3 pav. Vitamino C kiekis česnakuose, mg 100g⁻¹ n.m.

Fig. 3. Amount of vitamin C in garlic, mg 100g⁻¹ f.w.

Po laikymo esminiai didžiausias vitamino C kiekis nustatytas pirmojoje kameroje (13,58 mg 100g⁻¹), kur buvo 0 °C temperatūra ir natūralios oro sąlygos. Mažiausias šio vitamino kiekis buvo česnakuose po 90 dienų, laikytuose ketvirtoje kameroje 8 °C temperatūroje, 3,5 % CO₂, 3,5 % O₂ ir 93 % N₂ atmosferoje. Šioje kameroje taip pat pastebėta ir greičiausiai vykstanti vitamino C degradacija. Didžiausią įtaką šiems procesams galėjo padaryti aukštesnė laikymo temperatūra, nei kitose kameroje.

Išvados

Įvertinus šviežių ir skirtingose atmosferos kameroje laikytų česnakų (*Allium sativum*) cheminę sudėtį, galima daryti šias išvadas:

1. Laikymo metu kontroliuojamos atmosferos kameroje tirpių sausųjų medžiagų, fenolinių junginių ir vitamino C kiekiai mažėjo nepriklausomai nuo laikymo sąlygų.
2. Esminiai mažiausi tirpių sausųjų medžiagų (29,58 %) ir fenolinių junginių kiekiai (61,78 mg GAE 100g) buvo česnakuose, kurie laikyti 135 dienas trečioje kameroje (2 °C temperatūra, 5 % CO₂, 5 % O₂ ir 90 % N₂).
3. Po laikymo esminiai didžiausias vitamino C kiekis nustatytas pirmojoje kameroje (13,58 mg 100g⁻¹), kur buvo 0 °C temperatūra ir įprastos oro sąlygos, daugiausia fenolinių junginių liko česnakuose, laikytuose 2 °C temperatūroje, 0,03 % CO₂, 21 % O₂, 78 % N₂ ir 0,97 % kitų dujų atmosferoje.

Literatūra

1. Akan, S. 2019. Evaluation and Comparison of Some Parameters in Four Garlic Varieties. *Journal of the Institute of Science and Technology*. Vol. 9(4), p. 1866–1875.
2. Azzini, E., Durazzo, A., Foddai, M. S., Temperini, O., Venneria, E., Valentini, S., Maiani, G. 2014. Phytochemicals Content in Italia Garlic Bulb (*Allium sativum* L.) Varieties. *Journal of Food Research*. Vol. 3(4), p. 26–32.
3. Desta, B., Woldetsadik, K., Ali, W. M. 2021. Effect of Harvesting Time, Curing and Storage Methods on Storability of Garlic Bulbs. *The Open Biotechnology Journal, [interaktyvus]* Vol. 15, p. 36–45. Prieiga per internetą: <http://dx.doi.org/10.2174/1874070702115010036> (žiūrėta 2024 02 16).
4. Gaižutienė, N., Juškevičienė, D. 2018. Česnakai. *Visuotinė lietuvių enciklopedija [interaktyvus]* Prieiga per internetą: <https://www.vle.lt/straipsnis/cesnakai/> (žiūrėta 2024 02 01).
5. Karklelienė, R., Rasiukevičiūtė, N. 2022. Integruotos kenksmingųjų organizmų kontrolės (IKOK) gairės, česnakai. *Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centras*, p. 4–5.
6. Kim, J. S., Kang, O. J., Gweon, O. C. 2013. Comparison of phenolic acids and flavonoids in black garlic at different thermal processing steps. *Journal of Functional Foods*. Vol. 5(1), p. 80–86.
7. LST ISO 2173:2004. Vaisių ir daržovių gaminiai. Tirpių sausųjų medžiagų nustatymas. Refraktometrinis metodas. *Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas*, p. 8.
8. LST ISO 6557 – 2:2000. Vaisių ir daržovių gaminiai. Askorbo rūgšties kiekio nustatymas, 2 dalis. Įprastiniai metodai. *Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas*, p. 6.
9. Moutia, M., Habeti, N., Badou, A. 2018. In Vitro and In Vivo Immunomodulator Activities of *Allium sativum* L. *J. Evidence-Based Complementary Altern. Med.*, 2018, 4984659.
10. 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. *Methods in Enzymology*. Vol. 299, p. 152–178.
11. Thompson, A. K. 2004. Controlled atmosphere storage of fruits and vegetables. *CAB international*, p. 14–30.
12. Viškelis, P. 2012. Programos „Eureka“ Mokslinių tyrimų ir technologinės plėtros projektų įgyvendinimas – EUREKA projektas EUREKA E! 5363 „Baltijos regione auginamų daržovių laikymo kontroliuojamoje atmosferoje parametru optimizavimas ir naujų technologinių elementų kūrimas“ ATASKAITA, Akademija – Baitai, p. 1–21.

STUDIES ON THE QUALITY OF GARLIC STORED IN FRESH AND CONTROLLED ATMOSPHERE CHAMBERS

Summary

After analyzing scientific articles and conducting chemical research, we can say that garlic (*Allium sativum*) is a very useful vegetable in the public diet. It has excellent antibacterial, anti-inflammatory, and antifungal properties, but the best chemical composition is fresh, unprocessed, unaffected by storage conditions or other factors. Therefore, in order to absorb the best substances, it is recommended to use them fresh. In this work, storage of garlic in chambers with different atmospheres was used, two chambers that maintained 60-70% humidity and temperatures of 0 and 2°C performed best. The amounts of soluble solids, phenols and ascorbic acids were analyzed. Storage changes have shown that garlic is not suitable for storage above 2°C and atmospheric maintenance with CO₂, O₂ and N₂ gases. Due to excessive temperature, there is a risk of losing the raw materials during storage for a long time, as they start to mold and rot.

Keywords: garlic, storage, changes, quality, chemical composition.