

SKIRTINGŲ VEISLIŲ SERENČIO (*Tagetes*) ŽIEDŲ BIOLOGIŠKAI AKTYVIŲ MEDŽIAGŲ PALYGINIMAS

Vitalija PIETARIENĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas vitalija39@gmail.com

Judita ČERNAUSKIENĖ, Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas judita.cernauskiene@vdu.lt

Santrauka

Tyrimo tikslas buvo nustatyti ir palyginti skirtingų veislių serenčių (*Tagetes*) žiedų biologiškai aktyvių medžiagų kiekius. Tyrimas buvo atliktas 2022–2023 metais Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Agronomijos fakulteto Augalų biologijos ir maisto mokslų katedros. Tyrimo objektai – 'Carmen' gvazdikinis serentis '*Tagetes patula* var. *Nana*', 'Fiesta' gvazdikinis serentis '*Tagetes patula* L.', 'Red Brocate' gvazdikinis serentis '*Tagetes patula* L.', 'Honeycomb' gvazdikinis serentis '*Tagetes patula* L.', 'Clinton' didysis serentis '*Tagetes erecta* L.', 'Cupido Yellow' didysis serentis '*Tagetes erecta* L.' (žiedlapių milteliai). Standartiniais metodais nustatyta sausųjų medžiagų, bendras fenolinių junginių ir karotenoidų, chlorofilo a ir b kiekiai.

Esmingai didžiausias sausųjų medžiagų kiekis buvo nustatytas 'Cupido Yellow' ir 'Red Brocate' veislių serenčių žiedlapiuose. Nustatyta, kad tirtuose skirtingų veislių serenčių žiedlapiuose bendras fenolinių junginių kiekis buvos panašus, išskyrus (esmingai mažiausias) 'Clinton' veislės žieduose. Esmingai didžiausias chlorofilų a ir b kiekis buvo 'Red Brocate' veislės žiedlapiuose, o bendras karotenoidų kiekis – 'Cupido Yellow' žiedlapiuose.

Reikšminiai žodžiai: serenčiai, žiedlapiai, veislės, biologiškai aktyvios medžiagos.

Įvadas

Augalai gali būti priskiriami vaistiniams augalams. Jie pasižymi antioksidacinėmis, antibakterinėmis, priešvėžinėmis, priešuždegiminėmis savybėmis (Koroch, 2002). Nuo neatmenamų laikų augalai buvo naudojami kaip biologiškai aktyvių medžiagų šaltinis. Augalinės kilmės medžiagos ilgą laiką buvo vienintelis vaistinių preparatų šaltinis (Raskin, 2004).

Biologiškai aktyvios medžiagos – tai natūralios medžiagos, kurios dalyvauja medžiagų apykaitos procesuose ir pasižymi farmakologinėmis savybėmis (Stukas, 2019). Biologiškai aktyvios medžiagos didina organizmo atsparumą fiziniam ir emociniam stresui, stiprina nervų sistemą, mažina kūno įtampą ir protinį nuovargį, padeda stiprinti imuninę sistemą, turi stiprų antioksidacinį veikimą (Stukas, 2019).

Augalų metabolitai – organiniai junginiai, kurie susidaro augalų ląstelėse, audiniuose medžiagų apykaitos metu. Pirminiai metabolitai augalų ląstelėms yra gyvybiškai būtini. Tai – riebalai, baltymai, aminorūgštys, nukleorūgštys, sacharidai, chlorofilas a ir b. (Ramanauskas, Jonuškienė, 2013). Augalų ląstelėse fotosintezės metu saulės energiją sugeria chloroplastuose tilakoidų membranose esantys pigmentai – chlorofilai ir karotenoidai (Ramezannezhad, 2019).

Antioksidacinio aktyvumo nustatymas yra vienas iš metodų, kaip biologiškai įvertinti augalų kokybę. Antioksidacinis aktyvumas priklauso nuo augaluose esančių fenolinių junginių (Jonuškienė, 2013). Fenoliniai junginiai, įskaitant flavonoidus ir fenolio rūgštis bei jų esterius, yra žinomos dėl antioksidacinės veiklos ir galinčios užkirsti kelią vėžiui, širdies ir kraujagyslių bei kitoms ligoms. Karotenoidai yra nesotieji angliavandeniliai, žinomi kaip riebaluose tirpūs, biologiškai aktyvūs pigmentai, lemiantys oranžinę – raudoną arba geltoną spalvą (Hadden, 1999). Pagrindinis karotenoidų poveikis sveikatai yra jų stiprus antioksidacinis potencialas (Becerra, 2020).

Serentis (*Tagetes* L.) – yra astrinių (*Asteraceae*) šeimos augalas, kilęs iš Amerikos, tačiau kai kurios serenčių rūšys auga ir Indijoje, Šiaurės Afrikoje bei Europoje. Serenčių augalų cheminė sudėtis priklauso nuo veislės, dirvožemio sąlygų, meteorologinių veiksnių – drėgmės ir temperatūros (Petraitytė, 2007; Sedlakova, 2013). Serentis (*Tagetes* L.) svarbus dėl savo vaistinių savybių, dažniausiai naudojama augalo dalis – žiedynai. Augalas pasižymi labai dideliu karotenoidų kiekiu, kurio didžioji dalis yra žiedynuose ir turi įtakos spalvos intensyvumui nuo geltonos iki oranžinės (Judžientienė, 2006). Iš serenčio galima išskirti bioaktyvias medžiagas ir jas panaudoti įvairiems tikslams (Sasnauskas, 2005).

Tyrimo tikslas – nustatyti ir palyginti skirtingų veislių serenčio (*Tagetes* L.) žiedų biologiškai aktyvių medžiagų kiekius.

Tyrimo uždaviniai

1. Nustatyti skirtingų veislių serenčių žiedlapių sausųjų medžiagų kiekius;
2. Nustatyti ir palyginti skirtingų veislių serenčių žiedlapių biologiškai aktyvių medžiagų kiekius.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimai atlikti 2022–2023 metais Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Agronomijos fakulteto Augalų biologijos ir maisto mokslų katedros bei Atviros prieigos centro Augalinių žaliavų kokybės laboratorijose.

Tyrimo objektas – skirtingų veislių serenčių žiedai:

- 'Carmen' gvazdikinis serentis (*Tagetes patula* var. *Nana*);
- Fiesta' gvazdikinis serentis (*Tagetes patula* L.);
- 'Red Brocate' gvazdikinis serentis (*Tagetes patula* L.);
- 'Honeycomb' gvazdikinis serentis (*Tagetes patula* L.);
- 'Clinton' didysis serentis (*Tagetes erecta* L.);
- 'Cupido Yellow' didysis serentis (*Tagetes erecta* L.).

Serenčių žiedai rinkti visą žydėjimo periodą. Žiedlapiai buvo atskirti nuo žiedų ir džiovinti 28–30 °C temperatūroje. Po džiovinimo sudėti į hermetiškus indus ir laikyti iki tyrimų tamsioje ir vėsioje vietoje. Tyrimui atlikti skirtingų serenčių veislių žiedų žiedlapiai buvo susmulkinti.

Standartizuotais metodais skirtingų veislių serenčių žiedlapiuose buvos nustatyta:

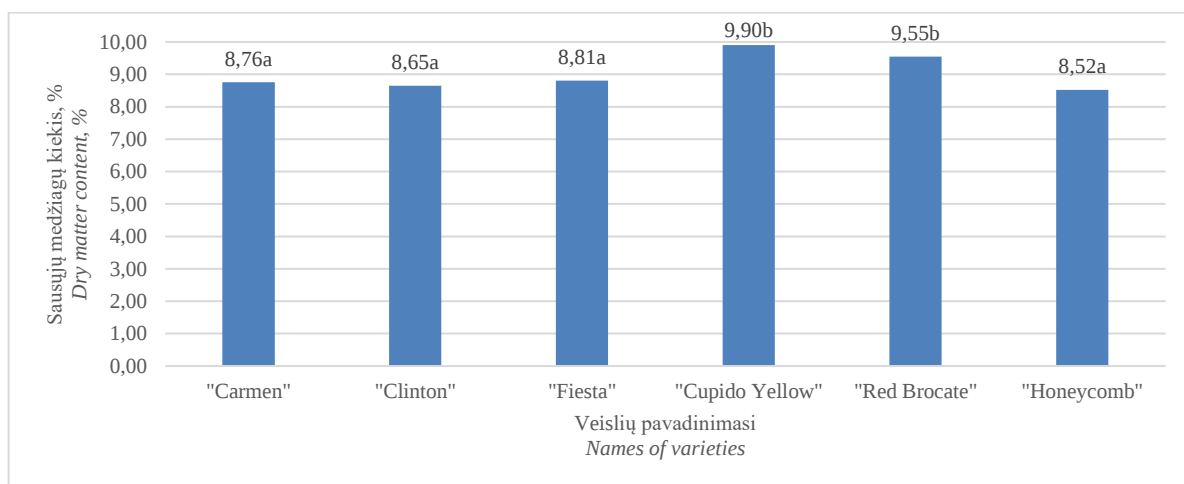
- sausųjų medžiagų kiekis (proc.) – džiovinant mėginius 105 °C temperatūroje iki nekintamos masės (LST ISO 751:2000);
- bendras fenolinių junginių kiekis – spektrofotometrinio metodu naudojant standartinį Folin-Ciocalteu reagentą (Gao ir kt., 2000);
- chlorofilų a ir b bei bendras karotenoidų kiekiai – spektrofotometrinio metodu pagal optinį tankį, kuris buvo matuojamas 1 cm stiklinėse kiuvetėse esant tokiems bangos ilgiams: 440,5 nm – karotenoidai; 662 nm – chlorofilas a; 644 nm – chlorofilas b (Bluzganas ir kt., 1990).

Tyrimų duomenys apdoroti vieno veiksnio dispersinės analizės metodu (ANOVA), naudojant kompiuterinę programą STATISTIKA (STATISTICA 9) (Sakalauskas, 2003). Apskaičiuoti bandymų duomenų aritmetiniai vidurkiai. Skirtumų tarp vidurkių statistinis patikimumas įvertintas Fišerio LSD testu ($p < 0,05$).

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Mokslininkai atliko tyrimus taikydami skirtingus džiovinimo būdus, kaip antai: džiovinimas saulėje, konvekcinis džiovinimas, džiovinimo spintoje su aktyvia ventiliacija ir džiovinimas infraraudonaisiais spinduliais. Jais nustatė, kad serenčių žiedlapių kokybė geriausiai išsilaiko džiovinant juos infraraudonaisiais spinduliais ir spintoje su aktyvia ventiliacija. Taigi buvo nustatyta, kad šiais būdais džiovinant buvo mažiausi cheminės sudėties ir funkcinės savybių nuostoliai. Šio tyrimo metu nustatyta, kad sausųjų medžiagų kiekis serenčių žiedlapiuose gali būti apie 12,10%. (Sarkar et al., 2019).

Tirtuose skirtingų veislių serenčių žiedlapiuose sausųjų medžiagų kiekis svyravo nuo 8,52 iki 9,90 %. (1 pav.). Esmingai didžiausi sausųjų medžiagų kiekiai buvo nustatyti 'Cupido Yellow' ir 'Red Brocate', atitinkamai 9,90 ir 9,55 %. Kitų veislių žiedlapiuose šių medžiagų kiekiai buvo panašūs.



*- vidurkiai, pažymėti skirtingomis raidėmis, statistiškai patikimai skiriasi, kai $p < 0,05$.

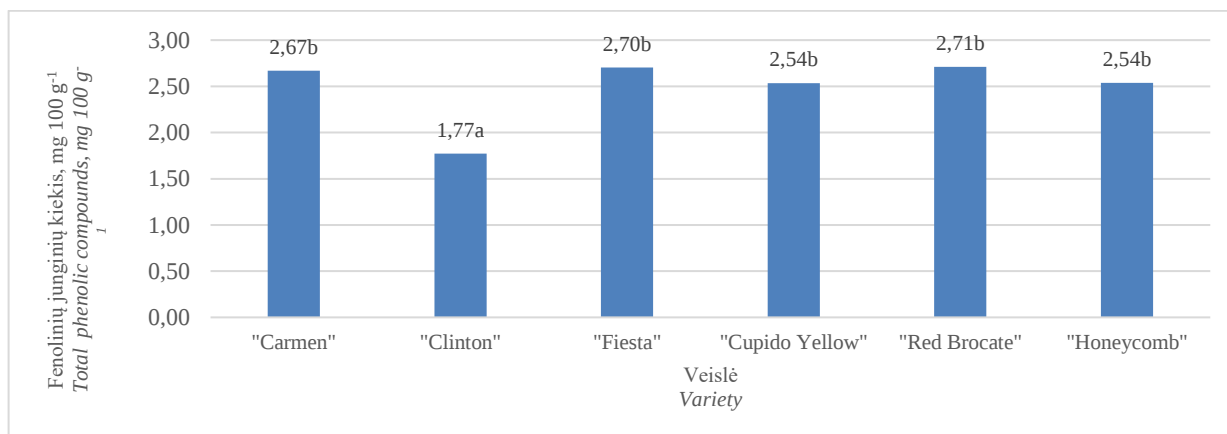
*- mean means marked with different letters differ statistically significantly when $p < 0.05$

1 pav. Sausųjų medžiagų kiekis serenčių žiedlapiuose, proc.

Fig. 1. Dry matter content in marigold petals, %

Bioaktyvūs fenoliniai junginiai veikia kaip stiprus antioksidantas, jų aptinkama ir dekoratyviniuose augaluose (Zhao, 2007). Mokslininkai tyrimais apie vykstančius pokyčius žiedlapiuose nustatė, kad bendras fenolinių junginių kiekis serenčių žiedlapiuose *Tagetes erecta* L. keičiasi augalui senstant. Bendras fenolių kiekis buvo tirtas nuo pirmosios *Tagetes erecta* L. stadijos iki senėjimo. Įvertinus bendrą fenolinių junginių kiekį nuo žiedo išsiskleidimo iki nuvytimo, nustatyta, kad po 6 dienų jų buvo 33,59 mg g⁻¹, po 18 dienų – 21,359 mg g⁻¹ (Desai et al, 2012).

Atlikti tyrimai parodė, kad bendras fenolinių junginių kiekis skirtingų veislių serenčių žiedlapiuose svyravo nuo 1,77 iki 2,70 mg 100 g⁻¹ (2 pav.). Esmingai mažiausias jų kiekis buvo nustatytas 'Clinton' veislėse žiedlapiuose, o tarp kitų veislių esminių skirtumų nenustatyta.



*-vidurkiai, pažymėti skirtingomis raidėmis, statistiškai patikimai skiriasi, kai $p < 0,05$.

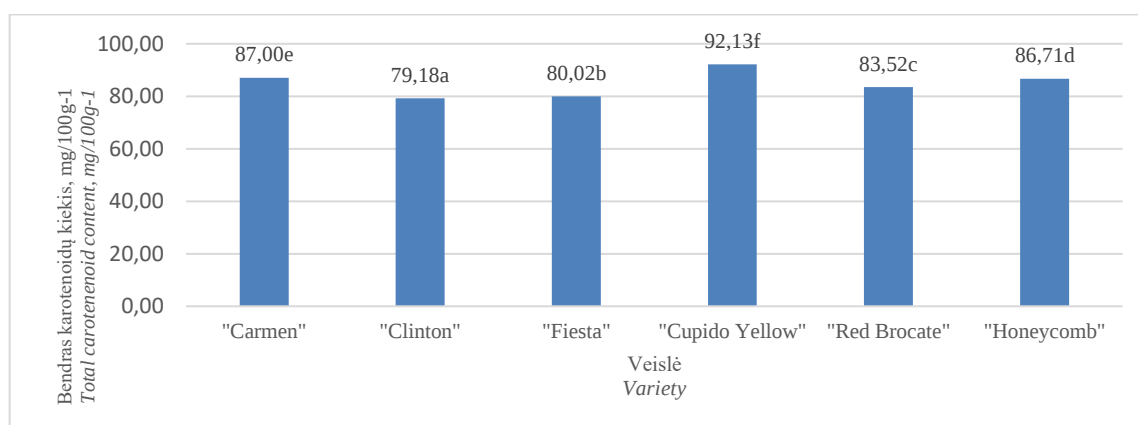
*- mean means marked with different letters differ statistically significantly when $p < 0.05$

2 pav. Bendras fenolinių junginių kiekis serenčių žiedlapiuose, mg 100 g⁻¹
Fig. 2. Amount of total phenolic compounds in marigold petals, mg 100 g⁻¹

Serenčių žiedlapiai (*Tagetes sp.*) yra karotenoidų šaltinis. Karotenoidų yra įvairiuose augalų audiniuose, geltonos, oranžinės, raudonos arba mėlynos spalvos, jie turi svarbių gydomųjų savybių.

Mokslininkai tyrė karotenoidų kiekių skirtingų veislių gvazdikinio serenčio (*T. erecta*) ir didžiojo serenčio (*Tagetes patula*) žiedlapiuose. Tyrimas parodė, kad bendras karotenoidų kiekis priklauso nuo veislės, auginimo sąlygų, biometrinio augalo savybių (augalo bei žiedo dydžio, žiedlapių spalvos ir pan.), apdorojimo būdo (švieži ar džiovinti). Priklausomai nuo augalo veislės didžiojo gvazdikio (*T. patula*) žiedlapiuose bendras karotenoidų kiekis svyravo nuo 5,44 iki 55,05 mg 100 g⁻¹ šviežiuose žiedlapiuose ir nuo 52,8 iki 372,08 mg 100 g⁻¹ džiovintuose, o gvazdikinio serenčio (*T. erecta*) – nuo 7,49 iki 25,71 mg 100 g⁻¹ šviežiuose ir nuo 36,2 iki 240,25 mg 100 g⁻¹ džiovintuose žiedlapiuose (Toiu et al., 2008).

Mūsų atliktu tyrimu nustatyta, kad bendras karotenoidų kiekis svyravo nuo 79,18 iki 92,13 mg 100 g⁻¹ (3 pav.). Esmingai didžiausias, bendras karotenoidų kiekis buvo nustatytas 'Cupido Yellow', o mažiausias – 'Clinton' veislių žiedlapiuose.



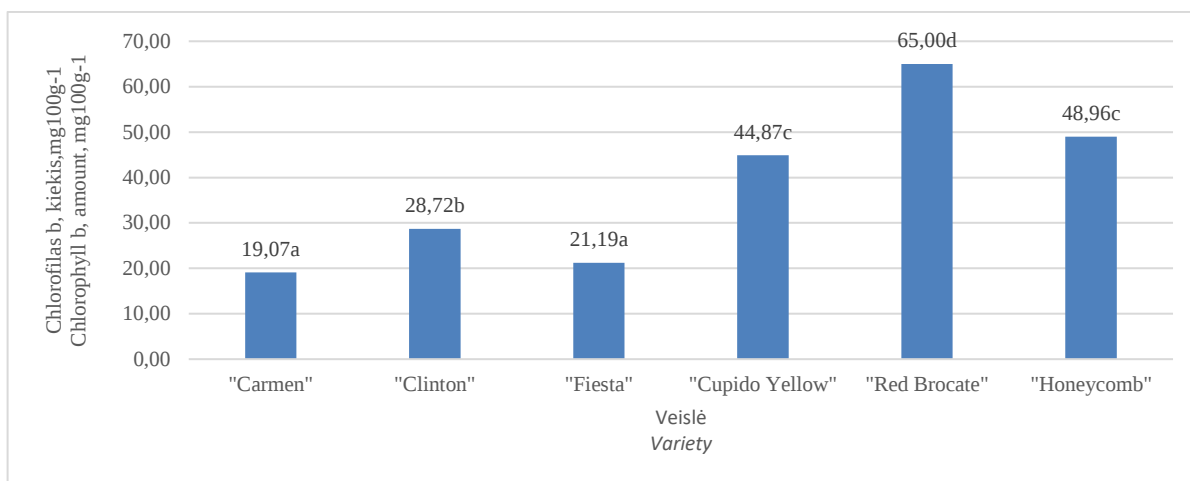
*-vidurkiai, pažymėti skirtingomis raidėmis, statistiškai patikimai skiriasi, kai $p < 0,05$.

*- mean means marked with different letters differ statistically significantly when $p < 0.05$

3 pav. Bendras karotenoidų kiekis serenčių žiedlapiuose mg 100 g⁻¹
Fig. 3. Total carotenoid content in marigold petals, mg 100 g⁻¹

Serenčiai yra potencialus augalas, gerai augantis, lengvai prisitaikantis prie aplinkos sąlygų. Mokslininkai atliko eksperimentą siekdami įvertinti penkiolikos serenčių veislių chlorofilo kiekį lapuose, vegetatyvinį augimą ir derlių. Didžiausias chlorofilo a kiekis buvo 'Nilakkotai Local Orange' veislės serenčiuose (17,74 mg/g⁻¹), o didžiausias chlorofilo b kiekis buvo 'Darmapuri Local. G.' veislės serenčiuose (5,65 mg/g⁻¹) (Shivakumar and Sirinvasa, 2017).

Tyrime įvertinus chlorofilo b kiekį nustatyti esminiai skirtumai tarp įvairių serenčių veislių (4 pav.). Esmingai didžiausi chlorofilo b kiekiai – 65 mg 100 g⁻¹ buvo nustatyti 'Red Brocate' veislės žiedlapiuose, o esmingai mažiausias kiekis buvo 'Carmen' ir 'Clinton' žiedlapiuose, atitinkamai 19,07 mg 100 g⁻¹ ir 21,19 mg 100 g⁻¹.



*- vidurkiai, pažymėti skirtingomis raidėmis, statistškai patikimai skiriasi, kai $p < 0,05$.

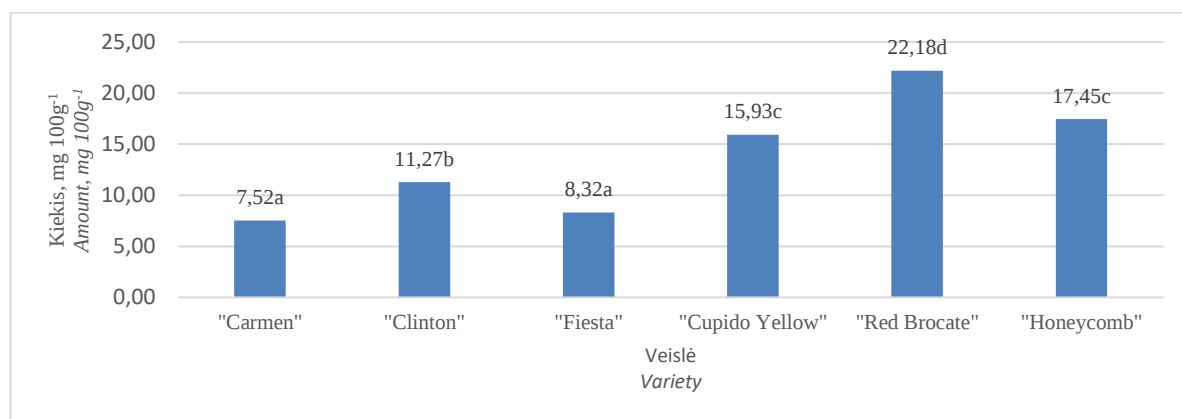
*- mean means marked with different letters differ statistically significantly when $p < 0.05$

4 pav. Chlorofilo b kiekis serenčių žieduose $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$

Fig.4. Amount of chlorophyll b amount in marigold petals, $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$

Mokslininkai tyrimais nustatė, kad chlorofilo ir karotenoidų kiekiai serenčių augaluose esmingai skyrėsi priklausomai nuo augimo silpno ir didelio apšvietimo sąlygomis (atitinkamai 35 % ir 100 % visos dienos šviesos). Eksperimento rezultatai parodė, kad augalai yra labai jautrūs blogam apšvietimui (Shivakumar and Sirinvasa, 2017).

Tyrime nustatyto chlorofilo a kiekis pateiktas 5 paveiksle.



*- vidurkiai, pažymėti skirtingomis raidėmis, statistškai patikimai skiriasi, kai $p < 0,05$.

*- mean means marked with different letters differ statistically significantly when $p < 0.05$

5 pav. Chlorofilo a kiekis serenčių žiedlapiuose $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$

Fig. 5. Amount of chlorophyll a in marigold petals, $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$

Tyrimu nustatyti chlorofilo a kiekiai skirtingų veislių serenčių žiedlapiuose svyravo nuo 7,52 iki 22,18 $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$. Esmingai didžiausias chlorofilo a kiekis buvo nustatytas 'Red Brocate' veislės, o mažiausias – 'Carmen' ir 'Fiesta' žiedlapiuose.

Išvados

1. Esmingai didžiausias sausųjų medžiagų kiekis buvo nustatytas 'Cupido Yellow' ir 'Red Brocate' veislių serenčių žiedlapiuose.
2. Nustatyta, kad tirtuose skirtingų veislių serenčių žiedlapiuose bendras fenolinių junginių kiekis esmingai nesiskyrė, išskyrus veislės 'Clinton' žiedlapius. Juose fenolinių junginių buvo esmingai mažiau nei kitų veislių serenčių žiedlapiuose. Esmingai didžiausias chlorofilų a ir b kiekis buvo 'Red Brocate' veislės žiedlapiuose, o bendras karotenoidų kiekis – 'Cupido Yellow' žiedlapiuose.

Literatūra

1. Abdiwijoyo, M., Yulianti, E., Limanan, D., Ferdinal, F. 2021. Phytochemical Screening and Total Antioxidant Capacity of Marigold Leaf Extract (*Tagetes Erecta L.*). In *1st Tarumanagara International Conference on Medicine*

- and Health (TICMIH 2021) (P. 39–44). Atlantis Press. Preiga per internetą: <https://www.atlantispress.com/proceedings/ticmih-21/125965060>.
2. Becerraa, M. O., L. M. Contrerasa, M. H. Loa. 2020. Lutein as a functional food ingredient: Stability and bioavailability. *Journal of Functional Foods*, Vol. 66, ID 103771 <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103771>
 3. Bluzganas, P., Borusas, S., Dagys, J., Gruzdienė, J., Stašauskaitė, S., Šlapakauskas, V., Vonslavičienė, V. 1990. Augalų fiziologija. Vilnius: Mokslo, 420 p.
 4. Desai R., Patel R., Mankad A. 2012. Petal senescence in cut *Tagetes erecta* L. flowers: role of phenolics. *International Journal of Science, Environment and Technology*. Vol. 1, No 5, p. 485–490.
 5. Koroch, A., Juliani, H.R. and Kapteyn, J. 2002. In vitro regeneration of *Echinacea purpurea* from leaf explants. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. Vol. 69, p. 78–83. 2.
 6. Jonušienė, I. 2012. Augalų ir mikroorganizmų biotechnologija. Metodinė priemonė. Kaunas: Technologija. ISBN: 9786094331886.
 7. Hadden, W. L., Watkins, R. H., Levy, L. W., Regalado, E., Rivadeneira D. M., Breemen, R. B., Schwartz S. J. 1999. Carotenoid Composition of Marigold (*Tagetes erecta*). Flower extract used as nutritional supplement. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 47, No. 10, p. 4189–4194. Preiga per internetą: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10552789/>
 8. Sarkar, A., Majumder, J., Sarkar A., Koley, P. 2019. Studies on drying methods for evaluation of biochemical properties in African marigold (*Tagetes erecta* L.). *International Journal of Chemical Studies*, Vol. 7(6), p. 128–131. Preiga per internetą: <https://www.chemijournal.com/archives/2019/vol7issue6/PartC/7-6-9-534.pdf>
 9. Ramanauskas, A., Jonušienė I. 2013. Antrinių metabolitų kitimo įvertinimas vaistiniuose augaluose ir vaistinio šalavijo (*Salvia officinalis* L.) auginimo *in vitro* optimizavimas. *Cheminė technologija*. Nr. 2 (64).
 10. Ramezannezhad, R., Aghdasi M., Fatemi, M. 2019. Enhanced production of cichoric acid in cell suspension culture of *Echinacea purpurea* by silver nanoparticle elicitation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. Vol. 139, pp. 261–273. <https://doi.org/10.1007/s11240-019-01678-4>
 11. Raskin I., Ripoll C. 2004. Can an Apple a Day Keep the Doctor Away? *Curr. Pharmac. Design*. Vol. 10:3419–3429.
 12. Shivakumar, V., Sirinvasa, V. 2017. Estimation of Chlorophyll Content of Leaf, Growth and Yield of Marigold (*Tagetes erecta* L.) Genotypes under Hill Zone of Karnataka. *Indian Journal of Pure & Applied Biosciences*, Vol. 5 (2), p. 1000–1004 <http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.2910>
 13. Sochor, J.; Ryvolova, M.; Krystofova, O.; Salas, P.; Hubalek, J.; Adam, V.; Trnkova, L.; Havel, L.; Beklova, M.; Zehnalek, J.; Provaznik, I.; Kizek, R. 2010. Fully Automated Spectrometric Protocols for Determination of Antioxidant Activity: Advantages and Disadvantages Molecules, Vol. 15, P. 8618–8640. <https://doi.org/10.3390/molecules15128618>
 14. Sayema A., Towhidul I., Tanvir H. 2015. Proximate analysis, phytochemical screening and antioxidant activity of (*Tagetes erecta*) flower growing in coastal area of Bangladesh. *Journal of Global Biosciences*, Vol. 4(4), p. 2060–2066.
 15. Toiu, A., Oniga, I., Benedec, D., Duda, M. M. 2008. The total carotenoid content in *Tagetes* species. *Hop and Medicinal plants*, Vol. 16(1-2), p. 163–165.
 16. Zhao, J. 2007. Nutraceuticals nutritional therapy phytonutrients and phytotherapy for improvement of human health: a perspective on plant biotechnology application. *Recent Patents on Biotechnology*. Vol. 1, P. 75–97.

COMPARISON OF BIOLOGICAL ACTIVE SUBSTANCES OF VARIOUS VARIETIES OF TAGETES FLOWERS

Summary

The aim of this research was to analyse and compare the biologically active substances of various varieties of Marigold petals. The laboratory experiment was conducted in 2022–2023 at the Department of Plant Biology and Food Sciences, Faculty of Agronomy, Academy of Agriculture, Vytautas Magnus University. Research objects were 'Carmen' carnation serent *Tagetes patula* var. *Nana*, 'Fiesta' carnation serent 'Tagetes patula L.', 'Red Brocate' carnation serent 'Tagetes patula L.', 'Honeycomb' carnation serent *Tagetes patula* L., 'Clinton' big serentis *Tagetes erecta* L., 'Cupid Yellow' big serentis *Tagetes erecta* L. petals. Dry matter content, total phenolic compounds content, total carotene content, phenolic compounds content, chlorophyll a and b were analysed according to standard methods.

The essential biggest amount of dry matter content was found in flowers of 'Cupid Yellow' and 'Red Brocate' cultivars. There were found that the total amount of phenolic compounds was similar in the investigated petals, of different cultivars, except for the essential lowest was in 'Clinton' flowers. Essentially the highest content of chlorophylls a and b was determined in the petals, of 'Red Brocate' cultivar, and total carotenoid content in the petals, of 'Cupid Yellow'.

Keywords: marigold, petals, varieties, biologically active substances.