

## CUKRAUS KIEKIS IR ANTIOKSIDACINIS AKTYVUMAS OBUOLIUOSE IR KOPŪSTUOSE

Diana Barragan Ferrer, Jesus Manuel Barragan Ferrer, Agnė Vilkiūtė

*Kauno kolegijos Medicinos fakultetas*

**Raktažodžiai:** obuoliai, kopūstai, fenolinių junginiai, antiradikalinis aktyvumas.

### Santrauka

Vis labiau populiarėjantis sveikas gyvenimo būdas skatina vartoti daugiau vaisių ir daržovių. Dietos, kuriose yra daug vaisių ir daržovių, plačiai rekomenduojamos siekiant naudoti sveikatai. Amerikiečių mitybos gairėse rekomenduojama, kad vaisiai ir daržovės sudarytų pusę lėkštės turinio. Obuoliai ir kopūstai yra vieni populiariausių ir dažniausiai vartojamų vaisių ir daržovių. Obuoliai ir kopūstai suvokiami kaip sveikas maistas ir išstisus metus tiekiami įvairiomis formomis. Dėl dažno obuolių ir kopūstų vartojimo, svarbu išsiaiškinti juose esančių aktyviųjų medžiagų kiekį, kad sveika ir subalansuota mityba būtų prisotinta organizmui naudingų elementų. Tyrimo tikslas yra nustatyti cukraus kiekį ir antioksidacinį aktyvumą obuoliuose ir kopūstuose. Tyrimo rezultatai parodė, kad cukraus kiekis obuoliuose yra didesnis, nei kopūstuose. Daugiausia cukraus rasta vaisiuose su žievele. Fenolinių junginių ir antioksidacinio aktyvumo tyrime nustatyta, kad visų tiriamųjų sudėtyje yra fenolinių junginių, tačiau nėra tiesioginės priklausomybės tarp antioksidacinio aktyvumo ir fenolinių junginių kiekio.

### Įvadas

Vaisių ir daržovių vartojimas daro įtaką lėtinių ligų rizikos veiksniams, bendram mirštamumui, prisideda prie sergančiųjų koronarinėmis širdies ligomis ir vėžiu skaičius mažinimo [1]. Mityba, kurioje gausu daržovių ir vaisių, gali sumažinti akių ir virškinimo problemų riziką bei teigiamai veikti cukraus kiekį kraujyje [2]. Nėkrakmolingų daržovių ir vaisių, pavyzdžiui, obuolių, kriaušių ir žalių lapinių daržovių valgymas gali daryti įtaką svorio mažėjimui. Mažas glikemijos indeksas (GI) produktuose apsaugo nuo cukraus padidėjimo kraujyje ir gali padėti reguliuoti alkį [2]. Nuolat vartojant maistą su dideliu GI, gali sutrikti organizmo endokrininės sistemos veikla bei medžiagų apykaita ir pradėti vystytis cukrinis diabetas.

Jau seniai svarstoma apie vaisių ir daržovių naudą žmogaus organizmui [3]. Juose yra daug maistingų skaidulų, vitaminų, mineralų, o pastaruoju metu vis labiau tiriami jų fitokomponentai, ypač antioksidantai. Augaliniuose produktuose gausu antioksidantų ir mikroelementų [4]. Tikėtina, kad maisto produktai su antioksidantais apsaugo nuo oksidacinio streso sukeltos ligos vystymosi. Norint palaikyti optimalią kūno funkciją, antioksidantų papildai tampa vis populiariau praktika. Manoma, kad laisvieji radikalai yra viena iš pagrindinių šių laikų ligų priežasčių, nes organizme daugėjant laisvųjų radikalų, viršijamas antioksidantų poveikis, todėl didėja vėžinių susirgimų, širdies ir kraujagyslių sistemos ligų rizika [5].

**Tyrimo tikslas** – nustatyti cukraus kiekį ir antioksidacinį aktyvumą obuoliuose ir kopūstuose.

### Tyrimo objektas ir metodika

**Mėginių paruošimas.** Tyrimui buvo pasirinktos penkios skirtingos obuolių veislės (Red chef, Golden, Granny Smith, Jonaprince ir Lobo, kurių cukraus kiekis, antioksidacinis aktyvumas ir suminis fenolinių junginių kiekis matuojamas su žievele ir be živelės) ir penkios skirtingos kopūstų rūšys (gūžinis baltasis kopūstas, gūžinis raudonasis kopūstas, brokolis, žiedinis kopūstas ir Pekino kopūstas), iš viso 15 tiriamųjų.

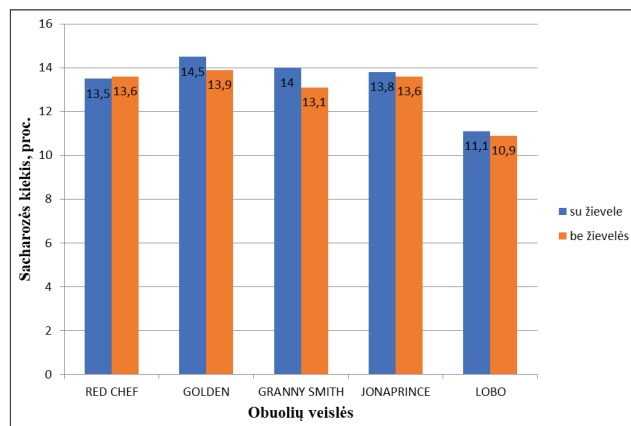
**Cukraus kiekio nustatymas.** Cukraus kiekis obuoliuose ir kopūstuose buvo nustatomas refraktometriniu metodu. Šis metodas pagrįstas šviesos lūžio rodiklio matavimu. Šiuo atveju matuojama priklausomybė tarp tirpalo šviesos lūžio rodiklio ir sacharidų koncentracijos jame. Obuoliuose ir kopūstuose esantis cukraus kiekis išmatuojamas lašą tiriamojo sulčių užlašinus ant optinio stiklo. Gaunami rezultatai, išreikšti Brix laipsniais, kurių 1<sup>o</sup>Brix atitinka 1 proc. sacharozės tirpalo. Paruošti mėginiai tiriami laboratorijoje, naudojant vienkartinę pipetę ir refraktometrą (DR201-95). Refraktometre pasirenkama norima tyrimo skalė (sacharozė). Aparatas sukalibruojamas sertifikuota etalonine standartine medžiaga. Nulis nustatomas, naudojant distiliuotą vandenį. Lašas mėginio užlašinamas ant optinio stiklo ir po 3 se-

kundžių gaunamas cukraus kiekis procentais. Po kiekvieno tyrimo optinis stiklas nuvalomas ir nuplaunamas distiliuotu vandeniu.

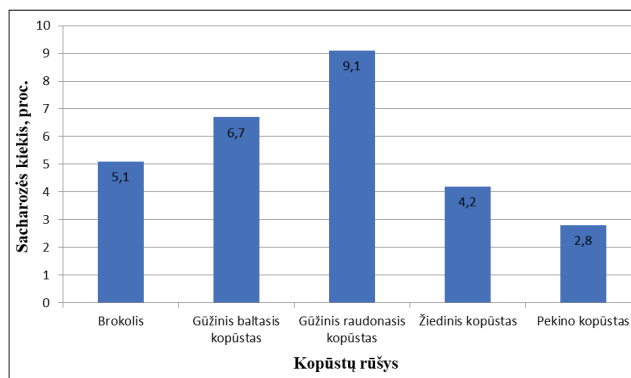
**Antioksidacinių savybių nustatymas.** Obuolių ir kopūstų ekstraktų antioksidacinis aktyvumas buvo nustatomas 2,2-difenil-1-pikrilhidrazilo (DPPH•) radikalo sujungimo metodu [5]. Obuolių ir kopūstų antiradikalinis aktyvumas įvertinamas pagal jų sudėtyje esančių medžiagų gebą neutralizuoti stabilus 2,2-difenil-1-pikrilhidrazilo (DPPH•) radikalo. 50 µl vandeniniai obuolių ir kopūstų ekstraktai sumaišomi 1 cm kiuvetėje su 2 ml  $6 \times 10^{-5}$  M etanolinio DPPH• tirpalo. Spektrofotometru buvo matuojama mėginių absorbcija, esant 515 nm bangos ilgiui, kol pasiekama pusiausvyra (apie 30 min.). Antioksidacinis aktyvumas apskaičiuojamas pagal inaktyvuoto DPPH• radikalo kiekį procentais:  $DPPH_{inakt.} \text{ proc.} = [(Ab - Aa) / Ab] \times 100$ , kur: Ab – tuščiojo bandinio absorbcija ( $t=0$  min.), Aa – bandinio su tiriamuoju obuolių ir kopūstų ekstraktu absorbcija ( $t=30$  min.). Obuolių ir kopūstų ekstraktuose esančių antiradikalinių junginių aktyvumas vertinamas pagal standartinį (etaloninį) antioksidantą troloksą. Obuolių ir kopūstų ekstraktuose nesurištų radi-

kalų kiekis išreiškiamas mM/L, ekvivalentiškais troloksui.

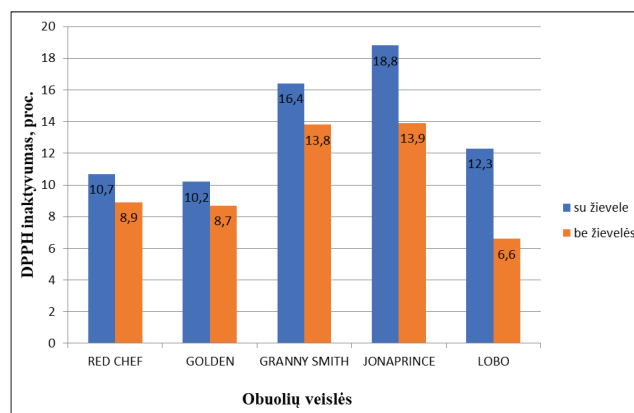
**Suminis fenolinių junginių kiekio nustatymas.** Suminis fenolinių junginių kiekis buvo nustatomas Folin-Ciocalteu metodu [5]. Vienkartiniame mėgintuvėlyje 5 ml Folin-Ciocalteu tirpalo buvo sumaišyta su 1 ml tiriamojo mėginio (obuolių ir kopūstų sultimis) ir 4 ml 7,5 proc. natrio karbonato tirpalo. Paruoštas mėginys valandą buvo laikomas tamsioje vietoje, kambario temperatūroje. Po valandos buvo matuojama mėginių absorbcija su spektrofotometru, esant 765 nm bangos ilgiui. Suminis fenolinių junginių kiekis išreiškiamas galo rūgšties ekvivalentais (GAE) vienam gramui žaliavos (tiriamųjų obuolių ir kopūstų). Kalibracinei kreivei sudaryti buvo naudojamas galo rūgšties vandeninis tirpalas (0,0125 – 0,4 mg/ml). Priklausomybė tarp galo rūgšties kiekio ir standartinių tirpalų absorbcijos dydžio intervale 0,0125 – 0,4 mg/ml išreiškiamą tiesine priklausomybe ir apskaičiuojama pagal regresijos lygtį, kur  $R^2 = 0,9981$ . Fenolinių junginių kiekis apskaičiuojamas pagal formulę  $GAE = c \times V/m$ , mg/g, kur c – galo rūgšties koncentracija mg/ml, nustatyta kalibracinės kreivės; V – ekstrakto tūris ml; m – tikslus pasvertos žaliavos kiekis, g.



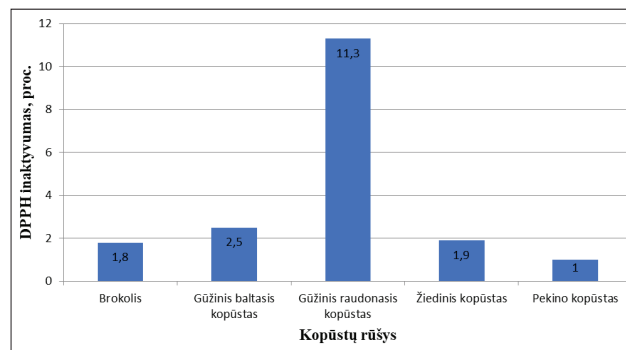
1 pav. Cukraus kiekis obuoliuose



2 pav. Cukraus kiekis kopūstuose



3 pav. DPPH inaktyvumas obuoliuose



4 pav. DPPH inaktyvumas kopūstuose

### Tyrimo rezultatai

Obuolių ir kopūstų cukraus kiekio įvertinimas. Golden, Granny Smith, Jonaprince ir Lobo veislių obuoliuose cukraus kiekis mėginiuose su žievele yra nežymiai didesnis, nei mėginiuose be žievelės, o Red chef veislės obuoliuose cukraus kiekis didesnis mėginiuose be žievelės (1 pav.). Didžiausias cukraus kiekis obuoliuose su žievele Golden veislės – 14,5<sup>o</sup>Brix, tai atitinka 14 proc. sacharozės tirpalo. Mažiausias – Lobo veislės obuoliuose – 11,1 proc. sacharozės. Obuoliuose be žievelės didžiausias cukraus kiekis yra Golden veislės obuoliuose – 13,9 proc. sacharozės, o mažiausias Lobo – 10,9 proc. sacharozės. Obuoliuose vidutinis cukraus kiekis yra 13,3 <sup>o</sup>Brix (13,3%), tad cukringais galima laikyti Red chef, Golden, Granny Smith ir Jonaprince veisles. Rezultatų duomenys parodė, kad cukraus kiekį didina obuolio žievelė [6]. Amerikoje atliktame tyrime buvo naudojami Granny Smith, Red Delicious ir Golden veislės obuoliai. Granny Smith rasta 10-16 proc. sacharozės, Red Delicious – 11-14 proc. sacharozės, o Golden veislės 13 proc. sacharozės. Galima teigti, kad auginimo regionai neturi įtakos cukraus kiekiui obuoliuose.

Daugiausia sacharozės rasta gūžiniame raudonajame kopūste – 9,1 <sup>o</sup>Brix, atitinkantis 9,1 procento (2 pav.). D. Vatansever ir kt. (2017) atliktame tyrime raudonajame kopūste rado 5,5 proc. sacharozės, tai yra 3,7 proc. mažiau, nei šiame mėginyje [7]. Tokį skirtumą galėjo lemti laistymo, temperatūros ar dirvožemio savybės. Mažiausias kiekis 2,8 proc. sacharozės rastas Pekino kopūste. Brokoliuose rasta 5,1 proc. sacharozės, gūžiniame baltajame kopūste – 6,7 proc. sacharozės, o žiediniame kopūste 4,2 proc. sacharozės. Visų tiriamųjų cukraus kiekis buvo mažesnis už vidutinį. Įtakos cukraus kiekiui galėjo turėti auginimo sąlygos.

**Obuolių ir kopūstų mėginių antioksidacinio aktyvumo kiekio įvertinimas.** Obuolių ir kopūstų mėginių antioksi-

**1 lentelė.** Bendras fenolinių junginių kiekis obuoliuose

Šaltinis: sudaryta autorių pagal tyrimo duomenis.

Obuolių veislės	Bendras fenolinių junginių kiekis ekstrakte, mg/g	TEAC, mM/L
Red chef (su žievele)	27,28 ± 0,03	0,22 ± 0,00
Red chef (be žievelės)	22,23 ± 0,02	0,18 ± 0,00
Golden (su žievele)	21,19 ± 0,00	0,21 ± 0,00
Golden (be žievelės)	8,99 ± 0,01	0,18 ± 0,00
Granny Smith (su žievele)	6,91 ± 0,00	0,33 ± 0,00
Granny Smith (be žievelės)	6,76 ± 0,00	0,28 ± 0,00
Jonaprince (su žievele)	33,83 ± 0,02	0,38 ± 0,00
Jonaprince (be žievelės)	15,53 ± 0,02	0,28 ± 0,00
Lobo (su žievele)	18,06 ± 0,01	0,25 ± 0,00
Lobo (be žievelės)	11,67 ± 0,01	0,14 ± 0,00

dacinis aktyvumas nustatomas 2,2difenil-1-pikrilhidrazilo (DPPH) radikalo sujungimo metodu modelinėje sistemoje. Radikalo sujungimo rezultatai pateikti DPPH inaktyvinimo procentu.

Rezultatai parodė, kad antioksidacinis aktyvumas didesnis mėginiuose, kuriuose tiriamieji buvo su žievele. Didžiausiu antioksidaciniu aktyvumu pasižymėjo obuoliai su žievele, Jonaprince (18,8 proc.), o mažiausias aktyvumas buvo Golden veislės obuolių (10,2 proc.). Naudojant obuolius be žievelės, didžiausias antioksidantų kiekis gaunamas iš Jonaprince obuolių (13,9 proc.), mažiausias – Lobo veislės (6,6 proc.) (3 pav.). Apibendrinant galima teigti, kad obuoliuose yra antioksidantų, ir žievelėje, ir minkštojoje dalyje. A. Muhammad ir kt. (2019) atliktame obuolių *Malus domestica* Borkh antioksidantų tyrime nustatytas didesnis antioksidantų kiekis obuoliuose su žievele: 27,3 g/100 g, o be žievelės 19,9g/100g [8]. Remiantis šiuo tyrimu, galima teigti, kad raudonuose obuoliuose antioksidantų yra daugiau, nei kitose obuolių veislėse. Tam įtakos gali turėti fenoliniai junginiai, augalų pigmentai, kurių mėginiuose su žievele rasta 17,87mg/g, auginimo sąlygos, regiono klimatas ir laistymo vandens kokybė.

Didžiausiu antioksidaciniu aktyvumu pasižymi gūžinis raudonasis kopūstas (11,3 proc.), tai 10,3 proc. daugiau už silpniausio antioksidacinio aktyvumo Pekino kopūstą (1 proc.) (4 pav.). Nustatyta, kad visose kopūstų rūšyse yra antioksidacinių medžiagų. Tai gali lemti fenoliniai junginiai, kurie pigmentuoja daržoves ir pasižymi antioksidacinėmis savybėmis. Kopūstų antioksidacinį aktyvumą gali lemti cukraus kiekis juose. Dėl mechaninių tiriamųjų pažeidimų galėjo susidaryti gliukoziolatai, kurie didina antioksidacinį aktyvumą.

**Bendro fenolinių junginių kiekio nustatymo obuoliuose ir kopūstuose įvertinimas.** Fenoliniai junginiai plačiai naudojami kaip antriniai augalų metabolitai. Dėl antioksidacinių, priešuždegiminių, antimikrobinių ir priešvėžinių savybių žmogaus sveikatai, šie junginiai tapo populiarūs bioaktyvieji junginiai maisto ir farmacijos pramonėje. Vertinant obuolių ir kopūstų kokybę, svarbu išsiaiškinti jų

**2 lentelė.** Bendras fenolinių junginių kiekis kopūstuose

Šaltinis: sudaryta autorių pagal tyrimo duomenis.

Kopūstų rūšis	Bendras fenolinių junginių kiekis ekstrakte, mg/g	TEAC, mM/L
Brokolis	53,60± 0,01	0,02± 0,00
Gūžinis baltasis kopūstas	86,46± 0,02	0,05± 0,00
Gūžinis raudonasis kopūstas	84,08± 0,02	0,23± 0,00
Žiedinis kopūstas	40,07± 0,01	0,02± 0,00
Pekino kopūstas	25,50± 0,00	0,05± 0,00

sultyse esančių fenolinių junginių kiekį ir sudėtį, nes būtent nuo šių komponentų dažniausiai priklauso antioksidacinis intensyvumas.

Tyrimo rezultatai parodė, kad nepriklausomai nuo tiriamojo, visuose obuoliuose rasta fenolinių junginių. Visų obuolių veislių fenolinių junginių kiekis ir antioksidacinis veikimas priklausė nuo žievelės, kadangi mėginiuose be žievelės fenolinių junginių kiekis ir antioksidacinis veikimas buvo mažesnis, nei mėginiuose su žievele. Daugiausia fenolinių junginių rasta Jonaprince veislės obuoliuose su žievele (33,83mg/g). Šios veislės obuoliai pasižymėjo didžiausiu antioksidaciniu veikimu (0,38Mm/L). Mažiausiai fenolinių junginių rasta Granny Smith veislės obuoliuose be žievelės (6,76mg/g), bet šios veislės obuolių antioksidacinis veikimas buvo vienas didžiausių iš tiriamųjų (0,28Mm/L). Mažiausias antioksidacinis aktyvumas nustatytas Lobo veislės obuoliuose be žievelės (0,14Mm/L), bet jų fenolinių junginių kiekis siekia 11,67mg/g (1 lentelė). Šie rezultatai parodo, kad nėra tiesioginės priklausomybės tarp fenolinių junginių ir antioksidacinio aktyvumo. Tokius rezultatus galima paaiškinti tuo, kad vaisiuose yra daug vitaminų, kurie pasižymi antioksidaciniu aktyvumu, tačiau nėra priskiriami fenoliniams junginiams. Norint įvertinti vaisių antioksidacines savybes ir naudą žmogaus organizmui, reikia tirti ir kitus sudedamuosius komponentus.

Tyrimo rezultatai atskleidė, kad antioksidacinis aktyvumas nepriklauso nuo fenolinių junginių kiekio. Didžiausią fenolinių junginių kiekį (86,46 mg/g) turi gūžinis baltasis kopūstas, bet jis nepasižymi dideliu antioksidacinio veikimo aktyvumu (0,05mM/L). Aktyviausias antioksidacinis veikimas yra gūžiniame raudonajame kopūste, nors jo fenolinių junginių kiekis yra 2,38mg/g mažesnis, nei baltajame gūžiniame kopūste (2 lentelė). Mažiausiai fenolinių junginių turi Pekino kopūstas (25,5mg/g), bet jo antioksidacinis aktyvumas siekia 0,05mM/L, todėl galima teigti, kad jame gali būti daug vitaminų ir kitų antioksidantų. Brokolyje ir žiediniame kopūste bendras antioksidacinis veikimas yra 0,02mM/L, tačiau fenolinių junginių kiekis yra skirtingas. Žiediniame kopūste fenolinių junginių kiekis 40,07mg/g, o brokolyje 53,6mg/g, tam įtakos gali turėti didesnis vitaminų ar polifenolių kiekis brokolyje. Daržovėse nėra tiesioginės priklausomybės tarp fenolinių junginių ir antioksidacinio veikimo, todėl norint išsiaiškinti daržovių reikšmę organizmui, būtina iširti kitas aktyviausias medžiagas.

## Išvados

1. Nustatyta, kad cukraus yra ir obuoliuose, ir kopūstuose. Cukraus kiekis didesnis tirtuose vaisiuose, nei daržovėse. Vaisiuose daugiausia cukraus rasta Golden veislės

obuoliuose su žievele, o mažiausiai – Lobo veislės be žievelės. Daugiausia cukraus turi gūžinis raudonasis kopūstas, mažiausiai – Pekino kopūstas.

2. Fenolinių junginių ir antioksidacinio aktyvumo tyrime nustatyta, kad visų tiriamųjų sudėtyje yra fenolinių junginių. Stipriausiu antioksidaciniu aktyvumu pasižymėjo Jonaprince veislės obuoliai su žievele, o mažiausiu – Lobo veislė be žievelės. Didžiausias antioksidacinis aktyvumas nustatytas gūžinio raudonojo kopūsto, o mažiausias – Pekino kopūsto.

## Literatūra

1. Hervent-Hernandez DP, Garcia OL, Rosado J, Goni I. The contribution of fruits and vegetables to dietary intake of polyphenols and antioxidant capacity in a Mexican rural diet: Importance of fruit and vegetable variety. *Food Research International* 2010;44(5):1182-1189.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.09.021>
2. Bertoia ML, Mukamal KJ, Cahill LE, Hou T, Ludwig DS, Mozaffarian D, Willett WD, Hu FB, Rimm EB. Correction: Changes in intake of fruits and vegetables and weight changes in United States men and women followed for up to 24 years: analysis from three prospective cohort studies. *PLOS Medicine* 2015;12(9): e1001956.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001878>
3. Pem D, Jeewon R. Fruit and vegetable intake: benefits and progress of nutrition education interventions narrative review article. *Iranian Journal of Public Health* 2015;44(10):1309-1321.
4. Kunwar A, Priyadarsini KI. Free radicals, oxidative stress and importance of antioxidants in human health. *Journal of Medical & Allied Sciences* 2011;1(2):53-60.
5. Barragan Ferrer D, Venskutonis P, Talou T, Zebib B, Barragan Ferrer J, Merah O. Identification and in vitro activity of bioactive compounds extracted from Tussilago farfara (L.) Plant grown in Lithuania and France. *Free Radicals Antioxidants* 2017;8:576-85.
6. Keener KM, Stroshine RL, Nyenhuis JA. Proton magnetic resonance measurement of self-diffusion coefficient of water in sucrose solutions, citric acid solutions, fruit juices, and apple tissue. *American society of agricultural and biological engineers* 1997;40(6):1633-1641.  
<https://doi.org/10.13031/2013.21402>
7. Vatanserver D, Manktelow AE, Sahakian BJ, Menon DK, Stamatakis EA. Angular default mode network connectivity across working memory load. *Human Brain Mapping* 2017; 38(1): 41-52.  
<https://doi.org/10.1002/hbm.23341>
8. Muhammad A, Attiq-Ur-Rehman Khan N, Samiullah Asghar M, Abdul Baqi, Jan Zeerak A, Hussain M Hayatullah. Spectrophotometric determination of phenolic antioxidants in four varieties of apples (*Pyrus malus*) from Balochistan, Pakistan. *Pure and Applied Biology* 2019;8(1):768-779.  
<https://doi.org/10.19045/bspab.2019.80019>

## SUGAR CONTENT AND ANTIOXIDANT ACTIVITY IN APPLES AND CABBAGE

**D. Barragan Ferrer, J.M. Barragan Ferrer, A. Vilkiūtė**

Keywords: apples, cabbage, phenolic compounds, antiradical activity.

### Summary

The growing popularity of the healthy lifestyle encourages the consumption of more fruits and vegetables. Diets rich in fruits and vegetables are widely recommended for health benefits. American dietary guidelines recommend making half your plate fruits and vegetables. Apples and cabbage are some of the most popular and commonly consumed fruits and vegetables that are perceived as healthy food. Considering the regular consumption of apples and cabbage, it is important to know the content of active ingredients in these fruits to adopt a healthy and balanced diet. Thus, this study

aims to determine the sugar content and the antioxidant activity of apples and cabbage.

The results show that the sugar content in apples is higher than in cabbage. Most of the sugar was found in those of the peeled apples compared with the unpeeled.

The study of phenolic compounds and antioxidant activity found that all subjects contained phenolic compounds. In addition, there was no correlation between antioxidant activity and the phenolic compounds content.

Correspondence to: [diana.barragan.ferrer@go.kauko.lt](mailto:diana.barragan.ferrer@go.kauko.lt)

Gauta 2020-10-05

---