

Phytochemical study of food plants

Koncz Gabriella-Renáta, Püsök Katalin, Varga Erzsébet

George Emil Palade University of Medicine, Pharmacy, Science, and Technology of Targu Mures
Department of Pharmacognosy and Phytotherapy, Faculty of Pharmacy

Abstract • The aim of this study is to investigate the phytochemistry of two food and herb plants that are commonly consumed. They are the beetroot and the celery, which are commercially known and have been grown for a long time in our country and in Europe. The beetroot (*Beta vulgaris var. rubra*) belongs taxonomically to the order Magnoliopsida, family Amaranthaceae, subfamily Chenopodiaceae, within which it is a member of the subgenus Beta. Celery (*Apium graveolens var. dulce*) is a plant of the order Magnoliopsida, Apiales, and of the family Apiaceae. Beetroot is one of the vegetables that owes its antioxidant activity partly to its phenolic components. The active substances include various vitamins, minerals, phenolic components, anthocyanins, fibers, carotenoids, ascorbic acid. Celery stalks contain phenolic components, furanocoumarins, and essential oils. The widespread use of celery stalk is due to its antioxidant, anti-inflammatory, antitumor, antimicrobial, antifungal and serum lipid-lowering properties. It is also used in food, cosmetics, and pharmaceuticals. Beetroot and celery stalk were used to prepare methanolic, ethanolic (50%) and aqueous extracts. For the determination of total polyphenols, ethanol (50%) proved to be the better solvent for both beetroot and celery. The total polyphenol content of beetroot was significantly lower than that of celery. In the determination of flavonoids in celery, the highest concentrations were obtained in the aqueous extracts. When anthocyanin concentrations were determined in cooked and raw beetroot, almost identical but surprisingly low concentrations were obtained. In case of the ABTS method used for antioxidant measurements, ethanolic extracts (50%) are the best free radical scavengers for beetroot, while methanolic extract of frozen stem part is the most effective in case of celery.

Keywords • beetroot, celery, polyphenols, flavonoids, antioxidant capacity

DOI: 10.2478/orvtudert-2022-0008

Bulletin of Medical Sciences 2022, 95(1): 119–131

Introduction

Beetroot (*Beta vulgaris var. rubra*) belongs taxonomically to the order Magnoliopsida, subfamily Chenopodiaceae of the family Amaranthaceae, and is a member of the Beta genus. Two sub-species of this family are distinguished: wild and cultivated varieties. The cultivated species include beetroot, sugar beet and chard. The members of this family have been known and used in the

Mediterranean area for a very long time, since 1000 BC. The Romans also used beet leaves in food and the roots for medicinal purposes [12]. Beetroot has a characteristic, varied shape, it can be flattened, rounded, or conical. The outer layer is a well-developed dermal tissue, dark purplish reddish in color, with occasional whitish tints. Size: 10-30 cm in diameter or up to 100-500 g in weight. The stems can be red or purple, between 20 and 60 cm long, green with thin red veins. A thick root develops in the first stage, followed in the second stage by a tall, branched, leafy stem with tiny green clusters of flowers. The apex of the disk is blunt, with a wavy edge and surface [12].

Beetroot is one of the vegetables that owes its antioxidant properties in part to its phenolic components. The active substances include various vitamins (vitamin A, thiamine, riboflavin, niacin, pantothenic acid, vitamin B6, folate), minerals (potassium, sodium, phosphorus,

Corresponding author

Varga Erzsébet

George Emil Palade University of Medicine, Pharmacy, Science, and Technology of Targu Mures

Gyógyszerészeti Kar, Farmakognózia és fitoterápia tanszék

Targu Mures, Gh. Marinescu 38

Email: erzsebet.varga@umfst.ro

calcium, magnesium, copper, iron, zinc, manganese), phenolic components, anthocyanins (betalains), fibers, carotenoids, saponins, nitrates, ascorbic acid. Its leaves are richer in nutrients than the root, but its consumption is less widespread [5].

It has a very wide range of uses. Its first and most widespread use as a food coloring has the advantage of being free of side effects. It has become commercially popular as E162 or beet red [16].

It is widely used in athletes because of its physical performance-enhancing effects through its nitric oxide donor property (Ranchal-Sanchez et al., 2020). It also has many beneficial effects in diabetic patients, as it lowers serum lipid levels in addition to its blood glucose-lowering effects. Its betalains have been shown to increase serum HDL levels while simultaneously lowering serum LDL levels in rat studies. Betalains are also responsible for the hypoglycemic effect. Hepatoprotective effects have also been demonstrated. Their protective effects on the cardiovascular system include systolic and diastolic blood pressure and serum lipid lowering. In addition, they protect against oxidative stress due to their high anthocyanin content and have also been shown to have neuroprotective and anti-inflammatory effects. In one study, it was shown to have an anti-inflammatory effect very close to that of commonly used NSAIDs, but without side effects [16].

In a literature review article, it was shown that drinking 70 ml of concentrated beetroot juice for 21 days reduced blood pressure by an average of 7.3 mmHg after three weeks, but the effect disappeared as soon as individuals stopped drinking beetroot juice. Another clinical trial observed that individuals who consumed 500 ml of beetroot juice per day had lower systolic blood pressure. Another study observed a reduction in blood pressure in 68 hypertensive individuals after two weeks of consuming 250 ml of beetroot juice. The reduction in blood pressure is thought to be due to the inhibition of the enzyme angiotensin 1 convertase by betalains. A reduction in body weight and a decrease in serum glucose levels have been observed in rats [16].

Mosher and colleagues studied 12 physically active men over six days. Half of the group were given beetroot juice and the other half a placebo. They observed an increase in endurance during weightlifting and an increase in the number of exercises performed. After the testing period, the participants felt stronger, and their total ATP use decreased [14].

In another experiment, diabetic rats were treated with aqueous and methanolic beetroot leaf extract (50, 100 or 200 mg/kg bw for 28 days) and found to have reduced serum glucose levels, improved the lipid profile, reduced plasma alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, TNF- α , IL-1 β , IL-6, liver malondialdehyde levels, and increased liver triacetylene and glutathione levels [16].

The beneficial effects of beetroot have long been recognized and are still being studied today.

The celery (*Apium graveolens var. dulce*) is a plant of the order Magnoliopsida, the umbelliferae (Apiales), and the family Apiaceae. It is a biennial plant with fleshy, stout stems and can reach a height of 100 cm. Its leaves can grow up to 50 cm long, are rhombic in shape and have serrated edges. The leaves contain phenols, furanocoumarins, and essential oils. Phenols include graveobiosides A and B, apiin, apigenin, isocvercitrin, kaempferol, caffeic acid, luteolin, tannins and phytic acid. The furanocoumarins components described are celeryne, bergaptene, apiumoside, apiumetin, apigravrin, ostenol, isopimpinellin, isoimperatorin, celereoside and 8-hydroxymethoxypsoralen. Celery stalk is rich in fiber, carotene, protein, vitamins A and C, minerals (P, Na, Ca, K, Fe and Mg), amino acids. Its characteristic taste and smell are due to volatile compounds, terpenes, aldehydes and phthalides. The seed, stem and leaf also contain essential oils, sesquiterpene alcohols (1-3%). Selenin, limonene, β -pinene, camphene, cymene, α -pinene, β -fellendrene, γ -terpinene components have been identified. The composition of active and nutrient compounds shows a high variability depending on growing conditions, ecological and genetic factors [7].

The widespread use of celery is due to its antioxidant, anti-inflammatory, anti-tumor, antimicrobial, antifungal and serum lipid-lowering properties. It is also used in the food, cosmetics, and pharmaceutical industries. Its antioxidant properties against oxidative stress and flavonoids against cardiovascular inflammation reduce the risk of atherosclerosis. Some research has also shown that flavonoids in celery (apigenin, luteolin) have a preventive effect against osteoporosis [6].

Their antioxidant properties were tested in diabetic rats, and the study showed that the extract with n-butanol reduced the rats' blood glucose levels, increased their body weight and normalized the activity of antioxidant enzymes. In a human trial in which two-year-old children were observed, it was found that excessive intake

of celery during the last four weeks of pregnancy may increase the risk of complications (increased susceptibility to food allergens [9].

Material and method

Reagents and instruments

Solvents and reagents for extraction of plant parts and for phytochemical tests: methanol (VWR Chemicals, US), ethanol (Chemical Company, Romania), Folin-Ciocalteu reagent (Scharlau, Spain), sodium carbonate (Lach-ner, Czech Republic), gallic acid (Sigma), aluminum chloride hexahydrate (Chimopar, Romania), sodium acetate (Carl Roth GmbH, Germany), quercetin (Sigma-Aldrich, USA), ABTS free radicals (2, 2'-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt) (Sigma), potassium persulfate (Sigma), UV/VIS spectrophotometer: Specord 210 (Analytic Jena) and Nahita, CA 220V-50Hz ultrasonic water bath.

Making extracts

The beetroot and stem celery used were collected from horticultural farms in Mures County, in the autumn of 2022.

Two samples of beetroot were used. The first sample was boiled after collection and then grated and the second sample, the raw specimen collected, was also grated. Two samples of the collected celery stem were also used: one part was stored in deep-freeze and the other part was dried. In the case of beetroot, raw and cooked roots were analyzed, in the case of stem celery, frozen and dried plant parts were used. Beetroot and stem celery were used to prepare methanol, ethanol 50% aqueous solution and aqueous extracts.

50 g of fresh or raw beetroot was grated, 2.5 g of which was weighed, and 45 ml of methanol was poured on it, shaken in an ultrasonic water bath (Nahita, CA 220V-50Hz) for 30 min at room temperature. After the indicated time, it was filtered and made up to 50 ml with methanol. The extraction was repeated with the cooked beetroot and with the frozen and dried dry celery in each solvent (ethanol (50%) and distilled water).

Determination of total polyphenol content by the Folin-Ciocalteu method

The Folin-Ciocalteu method was used to determine the total polyphenol content. This method is used to deter-

mine the total concentration of phenolic hydroxyl groups in the different extracts. Colorimetric method in which the polyphenols of the extracts form a blue complex with the Folin-Ciocalteu reagent, which is determined spectrophotometrically at 765 nm. An alkaline pH is very important for the reaction between the phenolic groups and the reducing compounds used as reagents, for which a carbonate buffer (20%) is used [18].

In test tubes, 40 µl of each extract was weighed out, 3.16 ml of distilled water and 200 µl of Folin-Ciocalteu reagent were added. After six minutes, 600 µl of sodium carbonate solution was added and left for 2 hours at room temperature, and the absorbance of the samples at 765 nm was read.

A graphical method was used to determine the total polyphenol concentration using a calibration curve. The curve was constructed using gallic acid (0.5%) as reference solution at different concentrations.

To obtain the calibration curve, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 and 10 ml of the known concentration of gallic acid solution were taken out one by one. The solutions were pipetted into 100 ml glass beakers. Each solution was diluted to 100 ml with distilled water. These solutions were used for the calibration curve, with the addition of the reagents described above. The absorbances were measured at 765 nm relative to the blank solution. The blank solution did not contain the extracts and the reference solution.

Using a calibration curve and a linear equation obtained from the measured absorbances, we were able to determine the total polyphenol concentration in the samples, expressed as mg gallic acid equivalent (GAE) in g plant dry matter. For our measurements we used 3 replicate samples.

Equation of the line for beetroot: $y = 1.0838x - 0.0037$ and for stem celery: $y = 0.072x + 0.0172$

Determination of flavonoid content

For the determination of the flavonoid content, we used the modified method described in the official monograph "Cynarae folium" in the X Romanian Pharmacopoeia [3].

To 1.5 ml of methanolic, ethanolic (50%) and aqueous extracts, 1.0 ml of 100 g/L sodium acetate solution, 0.6 ml of 25 g/L aluminum chloride solution was added and made up to 5 ml with water. The solutions were allowed to stand for 15 min at room temperature (20°) and the absorbance was read at 430 nm wavelength. Measurements were performed against a blank sample prepared under the same conditions as the sample solu-

tions, but without the addition of extracts. A calibration curve was used to calculate the flavonoid concentration using a 0.01% methanolic quercetin solution as reference. A dilution line was prepared from the 0.01% quercetin stock solution. In 100 ml volumetric flasks, 0.010 g quercetin was measured and made up to the mark with methanol. From the prepared solution, volumes between 25 and 375 µl were withdrawn and made up to 1500 µl with methanol, to which 1000 µl sodium acetate (10% w/v), 600 µl aluminum chloride solution (2.5% w/v), 1400 µl methanol and 1500 µl water were added in order.

Flavonoid concentrations were expressed as quercetin equivalents (QE) in g plant dry matter. For the stem cell, the resulting equation is: $y=0.2182x+0.1365$.

Determination of anthocyanin content in beetroot

The anthocyanin content was measured by spectrophotometry on *Myrtilli fructus recens* Ph. Eur. monograph [13]. Anthocyanins will have a specific color in acidic medium. Changes in pH cause reversible structural changes in anthocyanin molecules, which are manifested by different colorations.

The beetroot (raw and cooked) was processed as follows: 50 g fresh beetroot was grated, 5 g of which was weighed, and 95 ml methanol was poured over it, allowed to stand for 30 min, filtered and made up to 100 ml with methanol. The solutions were diluted 5 times. The dilution was carried out with 0.1% methanolic hydrochloric acid solution and the absorbance of the solutions thus prepared was measured at 528 nm against methanolic hydrochloric acid. The anthocyanin content was expressed as cyanidin-3-O-glucoside. Our measurements were carried out in 3 replicates.

“In vitro” antioxidant capacity test using ABTS

The method is based on the neutralization of the ABTS root. ABTS (2,2'-azino-di-(3-ethylbenzothiazoline)-6-sulfonic acid). To prepare the ABTS stock solution, one tablet of ABTS (10 mg) and 1.72 mg of potassium persulfate were dissolved in 2.6 ml of distilled water. For a more accurate measurement of persulfate, 16.5 mg of 16.5 mg of stock solution was prepared in 25 ml of bidistilled water and the ABTS tablet was dissolved in 2.6 ml of the stock solution. The solution was prepared before measurement and diluted with methanol before spectroscopic measurement to give a solution absorbance of around 0.900 ± 0.05 . Different volumes of extracts were used: 75 µl, 100 µl, 125 µl, 150 µl, 200 µl. In each tube,

2.6 ml of ABTS solution was added to the given volume of sample. The absorbance of the samples was read after 6 min at 734 nm (A), and then using the absorbances, the antioxidant capacity was calculated using an equation and the inhibition percentage was determined as a function of the sample concentration. The calculation requires knowing the absorbance of ABTS before each measurement (A_0), which are calculated using the following formula [13]: $\text{Inhibition \%} = A - A/A * 100_{00}$

“In vitro” antioxidant capacity assay using DPPH

The antioxidant capacity of the extracts was determined by testing the neutralization capacity against DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) free radicals. Preparation of the DPPH solution: 0.010 g of 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl is weighed and dissolved in 25 ml volumetric flask with methanol. Measure 10 ml of the resulting solution into a 100 ml volumetric flask and make up with methanol. The resulting DPPH stock solution will have a concentration of 0.04 g/100 ml. It was measured spectrophotometrically at 515 nm and the results expressed as % inhibition using the formula described in the ABTS method. The procedure is similar to the previous method. Different volumes of the extracts were measured: 75 µl, 100 µl, 125 µl, 150 µl, 200 µl, then 2.6 ml of DPPH was added to each extract and after 6 min the absorbance was read at 515 nm [10,15].

Results

The results of the phytochemical tests are summarized in the tables below. For the determination of total polyphenols, ethanol (50%) was found to be the better solvent for beetroot and celeriac (Table 1). The total polyphenol content of beetroot is significantly lower than that of celeriac. The highest concentrations of flavonoids of celeriac were obtained in the aqueous extracts (Table 2). When anthocyanin concentrations were determined in cooked and raw beetroot, almost identical but low concentrations were obtained (Table 3). By the ABTS method used for antioxidant measurements, ethanolic extracts (50%) were the best free radical scavengers in beetroot, while the methanolic extract of the frozen stem part was the most effective in celeriac (Table 4). In the DPPH method, the best results were obtained in cooked beetroot specimens, while the best free radical scavengers for celeriac were the extracts of frozen specimens (Table 5).

Table 1. Total polyphenol content of beet and celery extracts

Sample	Total polyphenol* content $\pm$ SD (mg GAE/g dry matter)					
	Methanol		Ethanol 50%		Water	
Beetroot	Raw	Cooked	Raw	Cooked	Raw	Cooked
	0.045 $\pm$ 0.011	0.029 $\pm$ 0.002	0.052 $\pm$ 0.009	0.178 $\pm$ 0.012	0.041 $\pm$ 0.005	0.029 $\pm$ 0.001
Celery stem	Frozen	Dehydrated	Frozen	Dehydrated	Frozen	Dehydrated
	0.775 $\pm$ 0.028	9.849 $\pm$ 0.162	0.455 $\pm$ 0.028	10.307 $\pm$ 0.928	0.393 $\pm$ 0.06	6.265 $\pm$ 0.09

GAE= gallic acid

Table 2. Flavonoid content of stem celery extracts

Sample	Flavonoid content $\pm$ SD (mg QE/g dry matter)					
	Methanol		ethanol 50%		Water	
Celery stem	Frozen	Dehydrated	Frozen	Dehydrated	Frozen	Dehydrated
	1.005 $\pm$ 0.028	2.493 $\pm$ 0.01	1.022 $\pm$ 0.07	3.862 $\pm$ 0.03	1.248 $\pm$ 0.03	13.517 $\pm$ 0.572

QE=quercetin

Table 3. Anthocyanin content of beetroot

Trial/beetroot	Anthocyanin content g% (cyanidin-3-O-glycoside g%)
Cooked	0.028 $\pm$ 0.002
Raw	0.033 $\pm$ 0.008

Discussion and conclusion

Antioxidant capacity was assessed by Laura Bucur and colleagues using the DPPH method. The experiments were performed on two types of beetroot: spring and autumn beetroot. They obtained the following results: for fresh autumn beetroot the concentrations were 35.88% $\pm$ 3.22, while for spring beetroot the concentrations were 63.56% $\pm$ 0.53. For frozen autumn beetroot the concentrations were 27.39% $\pm$ 1.40. The results show that spring beetroot has a higher antioxidant capacity than frozen beetroot, which negatively affects the antioxidant capacity. In addition, a high correlation was found between antioxidant

capacity and betalain content, as fresh autumn beetroot had a betalain content of 4.62 mg/g $\pm$ 0.18, while frozen autumn beetroot had a betalain content of 2.9 mg/g $\pm$ 0.16. In contrast, fresh spring beetroot had a betalain content of 8.38 mg/g $\pm$ 1.14, which is an extremely high value and it also had the highest antioxidant capacity [2].

In another study, Edziri and colleagues looked at antioxidant effects from beetroot juice and methanolic extracts of beetroot. The antioxidant value of the methanolic extract with DPPH IC₅₀ (μ g/ml) was 254.76 $\pm$ 2.07, with ABTS 359.65 $\pm$ 2.07. For beetroot juice, they obtained values of 315.43 $\pm$ 3.54 with DPPH and 515.65 $\pm$ 1.97 with ABTS. As it can be seen from the results, the higher antioxidant capacity was obtained for methanolic extract. The concentration of phenolic components was investigated using the Folin-Ciocalteu method, which gave the following results: total polyphenols (GAE mg/g) in beet juice 0.978mg GAE/g $\pm$ 0.35 and 39.75 mg GAE/g $\pm$ 2.32 in methanolic extract. In this case, the methanolic extract is also richer in polyphenols [5]. Due to the differ-

Table 4. ABTS antioxidant capacity of beet and celery extracts

Sample	Antioxidant ABTS IC 50 %					
	Extracts from					
	Methanol		Ethanol (50%)		Water	
Beetroot	Raw	Cooked	Raw	Cooked	Raw	Cooked
	51,691	67,441	44,345	46,205	50,102	46,003
Celery stem	Frozen	Dehydrated	Frozen	Dehydrated	Frozen	Dehydrated
	17,824	97,363	42,121	98,433	36,629	74,862

Table 5. DPPH antioxidant capacity of beet and celery extracts

Sample	Antioxidant DPPH IC 50 %					
	Extracts from					
	Methanol		Ethanol (50%)		Water	
Beetroot	Raw	Cooked	Raw	Cooked	Raw	Cooked
	14,339	17,754	17,544	10,816	15,109	5,200
Celery stem	Frozen	Dehydrated	Frozen	Dehydrated	Frozen	Dehydrated
	7,906	77,834	6,608	74,316	7,456	8,400

ences in concentration of the extracts, the results of our experiments cannot be compared with those found in the literature.

Jung W. and colleagues studied the phenolic and flavonoid content of celery in 2011. The methanolic extract contained the highest concentrations of total polyphenols (51.09 ± 1.44 mg/g) and flavonoids (2.12 ± 0.08 mg/g), while the aqueous solution contained less (total phenols 46.40 ± 0.31 mg/g, flavonoids 0.77 ± 0.01 mg/g). In our study, similar results were obtained with the polyphenolic components, both alcoholic solutions showing higher concentrations than the aqueous extract. On the contrary, our results differ for the flavonoid assay, as the aqueous extracts of frozen (1.24 ± 0.03 mg QE/g) and dry plant parts (13.51 ± 0.57 mg QE/g) contained higher concentrations.

In a study conducted by Shanmugapriya R. and Ushadevi T. in 2014, the antioxidant activity of celery seed extracts was observed. By DPPH method, methanolic extract had the antioxidant capacity of $63.28\% \pm 0.86\%$ while aqueous extract had the antioxidant capacity of $52.97\% \pm 0.64\%$ [17]. In our experiment, ethanolic (50%) solution of frozen drug had the lowest IC₅₀% value of 6.608 followed by aqueous solution with 7.456 followed by methanolic solution with 7.906 in DPPH method. Also using the DPPH method, the extracts of the dried plant part bale, methanolic had IC₅₀% value of 77.83, ethanolic 74.31 and aqueous 8.40. Among the dried plant parts extracts, the aqueous one had the highest antioxidant capacity. It is observed that drug status significantly influences the antioxidant activity. Apart from the solvent nature, the extracts of frozen plant parts showed stronger antioxidant activity than the extracts of dried plant parts. Our results obtained from the ABTS method showed the lowest IC₅₀% of methanolic extract with 17.82, which was the best antioxidant capacity, followed by aqueous 36.62% and ethanolic extracts 42.12%.

In the antioxidant measurements used, the DPPH method proved that the aqueous extract is the best free radical scavenger, and water also proved to be the best solvent for flavonoids in stem celery in our food crops tested.

Based on the results of our measurements, herbs can be used/consumed with good results, which require further research and could be successfully used in the formulation of food supplements due to their listed properties.

Bibliography

1. Al Sa'aidi JAA., Alrodhan MNA., Ismael AK. - Antioxidant activity of n-butanol extract of celery (*Apium graveolens*) seed in streptozotocin-induced diabetic male rats, *Res Pharm Biotechnol*, 2012, 4:24-29.
2. Bucur L., Țarălungă G., Schroder V. - The betalains content and antioxidant capacity of red beet (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*) root, *Farmacia*, 2016, 64:2.
3. Farmacopeea Română, Ed. X-a, Editura Medicală, București, 1993, 335.
4. Hazafa A., Rehman KU., Jahan N. et al. - The role of polyphenol (flavonoids) compounds in the treatment of cancer cells, *Nutr Cancer*, 2020, 72(3):386-397.
5. Edziri H., Jaziri R., Haddad O. et al. - Phytochemical analysis, antioxidant, anticoagulant and in vitro toxicity and genotoxicity testing of methanolic and juice extracts of *Beta vulgaris* L., *S. Afr. J. Bot.*, 2019, 126:170-175.
6. Kooti W., Ali-Akbari S., Asadi-Samani M. et al. - A review on medicinal plant of *Apium graveolens*, *Future Natural Products*, 2015, 1: 48-59.
7. Kooti W., Daraei N. - A review of the antioxidant activity of celery (*Apium graveolens* L.), *J Evid Based Complementary Altern Med*, 2017, 22(4):1029-1034.
8. Kręcisz M., Kolniak-Ostek J., Łyczko J. et al. - Evaluation of bioactive compounds, volatile compounds, drying process kinetics and selected physical properties of vacuum impregnation celery dried by different methods, *Food Chem*, 2023, 413.
9. Lujuan J., Liying S., Jinping L. et al. - Total flavonoids from celery suppresses RANKL-induced osteoclast differentiation and bone resorption function via attenuating NF- κ B and p38 pathways in RAW264.7 cells, *J. Funct. Foods*, 2020, 69.
10. Nadia Z., Ejaz A., Abdelmalik B. - Antioxidant activity of *Vitis*

- vinifera, Punica granatum, Citrus aurantium and Opuntia ficus indica fruits cultivated in Algeria, Heliyon, 2019, 5:4, e01575.
11. Nemzer, B., Pietrzkowski, Z., Spórna A. et al. - Betalainic and nutritional profiles of pigment-enriched red beet root (*Beta vulgaris* L.) dried extracts, Food Chem., 2011, 127:42-53.
 12. Ninfali P., Angelino D. - Nutritional and functional potential of *Beta vulgaris* cicla and rubra, Fitoterapia, 2013, 89:188-199.
 13. Pharmacopoeia Hungarica VIII, Medicina Könyvkiadó, Budapest, 2006, 2226.
 14. Ranchal-Sanchez A., Diaz-Bernier V., De La Florida-Villagran C.A. et al. - Acute effects of beetroot juice supplements on resistance training: a randomized double-Blind crossover, Nutrients, 2020, 12.
 15. Re R, Pellegrini N, Proteggente A et. al – Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay, Free Radic Biol Med, 1999, 26:1231-1237.
 16. Sadowska-Bartos G., Bartosz G. - Biological properties and applications of betalains. Molecules 2021, 26, 2520.
 17. Shanmugapriya R., Ushadevi T. – In vitro antibacterial and antioxidant activities of *Apium graveolens* L. seed extract – Int. J. Drug Dev. Res., 2014, 6:3.165-170.
 18. Singleton VL., Orthofer R., Lamuela-Ravetos RM. – Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent, Methods Enzymol, 1999, 299, 152-179, 11-14;

Élelmiszer-növények fitokémiai vizsgálata

Koncz Gabriella-Renáta, Püsök Katalin, Varga Erzsébet

Marosvásárhelyi George Emil Palade Orvosi, Gyógyszerészeti, Tudomány és Technológiai Egyetem, Gyógyszerészeti Kar, Farmakognózia és fitoterápia Tanszék

Összefoglaló • Dolgozatunk célja két élelmiszer- és fűszernövény, a cékla és a szárzeller fitokémiai vizsgálata. Régóta ismert és termesztett növények nálunk az országban és Európában is. A cékla (*Beta vulgaris* var. *rubra*) rendszertanilag a kétszikűek (Magnoliopsida) osztályába, az Amaranthaceae család libatopfélék (Chenopodiaceae) alcsaládjába tartozik, ezen belül a Beta alfaj tagja. A szárzeller (*Apium graveolens* var. *dulce*) a kétszikűek (Magnoliopsida) osztályába, az ernyősvirágzatúak (Apiaceae) rendjébe, illetve a zellerfélék (Apiaceae) családjába tartozó növény. A cékla azon zöldségek egyike, amely antioxidáns hatását részben a fenolos komponenseknek köszönheti. A hatóanyagok között szerepelnek a különböző vitaminok, ásványi anyagok, fenolos komponensek, antociánok, karotenoidok, aszkorbinsav. A szárzeller levelek fenolokat, furanokumarinokat és illóolajat tartalmaznak és alkalmazása antioxidáns, gyulladáscsökkentő, antimikrobiális, gombaellenes hatásának köszönhető. Felhasználják az élelmiszer-, kozmetika-, valamint a gyógyszeriparban is. A cékla gyökerét és a szárzeller szárát használtuk fel metanolos, etanolos (50%) és vizes kivonatok készítéséhez. Az összpólifénol meghatározásnál a cékla és szárzeller esetében az etanol (50%) bizonyult jobb oldószernek. A cékla összpólifénol tartalma lényegesen elmarad a szárzeller összpólifénol tartalmától. A szárzeller flavonoidjainak meghatározásánál a vizes kivonatokban kaptuk a legmagasabb koncentrációt. Az antocián koncentráció meghatározásánál a főtt és nyers céklában majdnem azonos, de alacsony koncentrációkat kaptunk. Az antioxidáns méréseknél használt ABTS módszerrel az etanolos (50%) kivonatok a legjobb szabadgyökfogók a céklánál, míg a szárzeller esetében a fagyasztott szárrész metanolos kivonata a leghatásosabb.

Kulcsszavak • cékla, szárzeller, összpólifénol, összflavonoid, antioxidáns kapacitás

DOI: 10.2478/orvstudert-2022-0008

Orvostudományi Értesítő 2022, 95(1): 119–131

Bevezető

A cékla (*Beta vulgaris* var. *rubra*) rendszertanilag a kétszikűek (Magnoliopsida) osztályába, az Amaranthaceae család libatopfélék (Chenopodiaceae) alcsaládjába tartozik, ezen belül a Beta génusz tagja. Két csoportba sorolható alfajait különböztetjük meg ennek a családnak: a vadon termett és a termesztett fajtaikat. A termesztett fajok közé soroljuk a céklát, a cukorrépát, a mangoldot. A család tagjait már nagyon régóta, Kr.e. 1000 évvel ismerték és használták a mediterrán térségben. A rómaiak is használták a cékla levelét ételekben, míg a gyökerét gyógyításra [12]. A cékla raktározó gyökere jellegzetes, változatos alakú, lehet lapított, gömbölyded, kónikus, vagy kúp alakú. A külső rétege fejlett bőrszövet, színe sötét-lilás vöröses, helyenként fehéres árnyalatokkal ötvözve. Méretei: 10-30 cm átmérő vagy akár 100-500 g súly. A szára lehet piros vagy

bíborszínű 20 és 60 cm hosszúságú, zöld, vékony vörös erekkel. A vastag gyökér az első időszakban fejlődik ki, majd a második szakaszban a magas, elágazó, leveles szár apró zöld fűrtvirágzattal. A lemez csúcsa tompa, éle és felülete hullámos [12].

A cékla azon zöldségek egyike, amely antioxidáns hatását részben a fenolos komponenseknek köszönheti. A hatóanyagok között szerepelnek a különböző vitaminok (A vitamin, tiamin, riboflavin, niacin, pantoténsav, B6 vitamin, folát), ásványi anyagok (kálium, nátrium, foszfor, kalcium, magnézium, réz, vas, cink, mangán), fenolos komponensek, antociánok (betalainok), rostok, karotenoidok, szaponinok, nitrátok, aszkorbinsav. Levelei tápanyagban gazdagabbak, mint a gyökér, ennek ellenére fagyasztása kevésbé elterjedt [5].

Felhasználása nagyon széleskörű. Első és legelterjedtebb élelmiszerszínezékként való felhasználása, különös

előnye, hogy mellékhatásoktól mentes. A kereskedelemben E162 vagy répavörös néven vált elterjedté [16].

Széles körben alkalmazott sportolóknál, mivel nitrogén-monoxid donor tulajdonsága révén fizikai teljesítményt fokozó hatása van (Ranchal-Sanchez et al., 2020). Emellett nagyon sok jótékony hatással rendelkezik diabéteszes betegeknél, mivel a vércukorszintcsökkentő hatása mellett a szérumban lipidszintjét is csökkenti. A benne található betalainok patkánykísérletekben növelték a szérumban HDL szintjét, ezzel egyidejűleg csökkentve a szérumban LDL szintjét. Ugyancsak a betalainok felelősek a hipoglikémiát kiváltó hatás miatt is. Hepatoprotektív hatását is kimutatták. A kardiovaszkuláris rendszerre kifejtett protektív hatásuk a szisztolés és diasztolés vérnyomás-, valamint a szérumban lipidszint-csökkentő hatást jelenti. Emellett magas antocián tartalmának köszönhetően véd az oxidatív stresszel szemben, neuroprotektív és gyulladás-csökkentő hatása szintén bizonyított. Egy vizsgálat során kimutatták, hogy gyulladásgátló hatásuk nagyon közel áll a gyakran használt nem szteroid gyulladáscsökkentők hatásához, de mellékhatások nélkül [16].

Egy szakirodalmi összefoglaló cikkben nyomon követték, hogy 21 napon át alkalmazott 70 ml koncentrált céklalé fogyasztása három hét elteltével átlagosan 7,3 Hgmm-el csökkentette a vérnyomást, de a hatás megszűnt, amint az egyének abbahagyták a céklalé fogyasztását. Egy másik klinikai vizsgálat során megfigyelték, hogy alacsonyabb a szisztolés vérnyomásuk azoknak az egyéneknek, akik naponta 500 ml céklalevet fogyasztanak. Egy másik vizsgálat során megfigyelték 68 magas vérnyomásos személynél a vérnyomás csökkenését két héten át tartó 250 ml céklalé fogyasztása során. A vérnyomás csökkentése feltételezhetően az angiotenzin 1 konvertáz enzim gátlásával magyarázható, amely a betalainoknak köszönhető. Patkányokban megfigyelték a testsúly csökkenést, valamint a szérumban glükóz szint csökkenését [16].

Mosher és munkatársai 12 fizikailag aktív férfit vizsgáltak hat napon keresztül. A csoport egyik fele céklalevet, míg a másik fele placebót kapott és megfigyelték az állóképesség növekedését súlyemelés közben és az elvégzett gyakorlatok számának növekedését. A tesztelési idő elteltével a résztvevők erősebbnek érezték magukat, és csökkent az ATP teljes felhasználása [14].

Egy másik kísérletben a cukorbeteg patkányok kezelése vizes és metanolos céklalevél-kivonattal (50, 100 vagy 200 mg/testtömeg-kilogramm adagban 28 napon át) történt és azt találták, hogy csökkent a szérumban glükóz-

szintje, javította a lipidprofilt, csökkentette a vérplazma alanin-aminotranszferáz, aszpartát-aminotranszferáz, TNF- α , IL-1 β , IL-6, máj malondialdehid-szintjét, és növelte a máj triacetilén- és glutationszintjét [16].

A cékla jótékony hatását rég felismerték és ezeknek a hatásoknak a vizsgálata mind a mai napig tart.

A szárzeller (*Apium graveolens* var. *dulce*) a kétértelműek (Magnoliopsida) osztályába, az ernyősvirágzatúak (Apiales) rendjébe, illetve a zellerfélék (Apiaceae) családjába tartozó növény. Kétéves növény, húsos, vastag szárral, magassága elérheti a 100 cm-t. Levelei akár 50 cm hosszúra is megnőnek, rombusz alakúak, szélük fűrészfogas. A levelek tartalmaznak fenolokat, furanokumarinokat és illóolajat. Fenolok közül jelen van a graveobiozid A és B, apiin, apigenin, izokvercitrin, kaempferol, kávéssav, luteolin, tanninok és a fitinsav. A leírt furanokumarin komponensek a celerin, bergapten, apiumosid, apiumetin, apigravrin, ostenol, izopimpinellin, izoimperatorin, celereozid és 8-hidroxi-metoksi-pszoralén. A szárzeller gazdag rostokban, karotinban, fehérjében, A- és C-vitaminban, ásványi anyagokban (P, Na, Ca, K, Fe és Mg), aminosavakban. Jellegzetes íze és illata az illékony vegyületeknek köszönhető, összetételében terpének, aldehidek és ftalidok találhatók. A mag, a szár és a levél is tartalmaz illóolajokat, szeszkviterpén alkoholokat (1-3%). Azonosították a szelenin, limonén, β -pinén, kamfén, cimén, α -pinén, β -fellendrin, γ -terpinen komponenseket. A ható- és tápanyagok összetétele nagy variabilitást mutat a termesztési körülmények, ökológiai és genetikai tényezők függvényében [7].

A szárzeller széleskörű alkalmazása antioxidáns, gyulladáscsökkentő, tumorelles, antimikrobiális, gombaellenes, illetve szérumban lipid-csökkentő hatásának köszönhető. Felhasználják az élelmiszer-, kozmetika- valamint a gyógyszeriparban is. A benne található antioxidánsok oxidatív stressz elleni, illetve a flavonoidok szív- és érrendszeri gyulladások elleni hatásának köszönhetően csökkentik az atherosclerosis kockázatát. Egyes kutatások szerint a szárzellerben lévő flavonoidoknak (apigenin, luteolin) csontritkulás megelőző hatásuk is van [6].

Antioxidáns tulajdonságukat vizsgálták diabéteszes patkányokon, mely tanulmány szerint az n-butanollal történő kivonat mérsékelte a patkányok vércukorszintjét, növelte a testtömegüket, illetve az antioxidáns hatású enzimek aktivitását normalizálta. Egy humán kísérletben, mely alatt két éves gyermekeket figyeltek meg, azt találták, hogy a terhesség utolsó négy hetében történő túlzott

zellerbevitel növelheti a komplikációk veszélyét (növelheti az ételallergénekkel szembeni érzékenységet) [9].

Anyag és módszer

Reagensok és műszerek

A növényi részek kivonásához és a fitokémiai vizsgálatokhoz használt oldószerek, reagensok: metanol (VWR Chemicals, US), etanol (Chemical Company, Romania), Folin-Ciocalteu reagens (Scharlau, Spain), nátrium karbonát (Lach-ner, Czech Republic), galluszsav (Sigma), alumínium klorid hexahidrát (Chimopar, Romania), nátrium acetát (Carl Roth GmbH, Germany), quercetin (Sigma-Aldrich, USA), ABTS szabadgyök (2, 2'-azino-bis- (3-etil-benzotiazolin-6-szulfonsav) diammonium só) (Sigma), kálium-perszulfát (Sigma), UV/VIS spektrofotométer: Specord 210 (Analytic Jena) és Nahita, CA 220V- 50Hz ultrahangos vízfürdő.

Kivonatok készítése

A felhasznált céklát és szárzellert kertgazdálkodásból gyűjtöttük Maros megyében, 2022 őszén.

A cékla gyökeréből két mintával dolgoztunk. Az első mintát begyűjtés után főztük, majd lereszeltük és a második mintát, a begyűjtött nyers példányt is lereszeltük. A szárzeller begyűjtött szárából szintén két mintával dolgoztunk: egy részét mélyhűtéssel tároltuk, másik részét szárítottuk. A cékla esetében nyers és főtt gyökereket vizsgáltunk, a szárzellerrel fagyasztott és szárított növényi részekből dolgoztunk. A cékla gyökerét és a szárzeller szárát használtuk fel metanolos, etanol 50%-os vizes oldata és vizes kivonatok készítéséhez.

50 g friss, illetve nyers céklát lereszeltünk, majd ebből 2,5 g-ot kimértünk és 45 ml metanolt öntöttünk rá, 30 percen át ráztunk ultrahangos vízfürdőben (Nahita, CA 220V- 50Hz), szobahőmérsékleten. A megadott idő elteltével leszűrtük és 50 ml-ig feltöltöttük metanollal. Megismételtük a kivonást a főtt céklával, valamint a fagyasztott és szárított szárzellerrel az egyes oldószerekkel (etanol (50%) és desztillált víz).

Összpolifenol-tartalom meghatározása Folin-Ciocalteu módszerrel

Az összpolifenol-tartalom meghatározására a Folin-Ciocalteu módszert használtuk. A módszer segítségével meghatározható a fenolos hidroxilcsoportok összkoncentrációja a különböző kivonatokban. Kolorimetriás

módszer, amelyben a kivonatok polifenoljai kék színű komplexet képeznek a Folin-Ciocalteu reagenssel, amelyet spektrofotometriásan határozunk meg 765 nm-en. A fenolos csoportok és a reagensként alkalmazott redukáló vegyületek közti reakció létrejöttéhez nagyon fontos a lúgos pH, amelyhez karbonát puffert használunk (20%) [18].

Kémcsövekben minden kivonatból rendre kimértünk 40 µl-t, majd hozzáadtunk 3,16 ml desztillált vizet és 200 µl Folin-Ciocalteu reagenst. Összeráztuk és hat perc elteltével hozzáadtunk 600 µl nátrium-karbonát oldatot és hagytuk 2 órát szobahőmérsékleten, majd leolvastuk a minták abszorbanciáját 765 nm-en.

Az összpolifenol-koncentráció meghatározásához grafikus módszert használtunk, kalibrációs görbe segítségével. A görbe elkészítéséhez referenciaoldatként galluszsavat (0,5%) alkalmaztunk különböző koncentrációban.

A kalibrációs görbéhez sorra kivettünk az ismert koncentrációjú galluszsav oldatból 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, illetve 10 ml-et. Az oldatokat 100 ml térfogatú üvegedényekbe pipettáztuk. Mindegyik oldatot 100 ml-ig hígítottuk desztillált vízzel. A kalibrációs görbéhez ezeket az oldatokat használtuk, a fent leírt reageneket hozzáadva. Lemértük az abszorbanciákat 765 nm-en a vak oldathoz viszonyítva. A vak oldat nem tartalmazta a kivonatokat és a referencia oldatot.

A lemért abszorbanciákból kapott kalibrációs görbe és egyenes egyenlet segítségével meg tudtuk határozni a mintákban található összpolifenol-koncentrációt, amelyet g növényi szárazanyagban levő mg galluszsav egyenértékben (GAE) fejeztük ki. Méréseinkhez 3 párhuzamos mintát használtunk.

Az egyenes egyenlete céklánál: $y = 1,0838x - 0,0037$ és a szárzellerrel: $y = 0,072x + 0,0172$

Flavonoid-tartalom meghatározása

A flavonoid-tartalom meghatározásához a X. Román Gyógyszerkönyvben hivatalos „Cynarae folium” monográfiában leírt módosított módszerrel dolgoztunk [3].

A metanolos, etanolos (50%) és vizes kivonatok 1,5 ml-hez hozzáadtunk 1,0 ml 100 g/L nátrium acetát oldatot, 0,6 ml 25 g/L koncentrációjú alumínium klorid oldatot, majd vízzel kiegészítettük 5 ml-ig. Az oldatokat állni hagytuk 15 percig, szobahőmérsékleten (20°) majd leolvastuk az abszorbanciát 430 nm hullámhosszon. A méréseket a vak mintával szemben végeztük, amelyet

ugyanolyan körülmények között készítettünk el, mint a minta oldatokat, csak a kivonatok hozzáadása nélkül. A flavonoid koncentráció kiszámításához kalibrációs görbét használtunk, melyhez referencia anyagként 0,01% koncentrációjú metanolos kvercetin oldatot használtunk. A 0,01%-os kvercetin törzsoldatból egy hígítási sort készítettünk. 100 ml-es mérőlombikban 0,010 g kvercint mértünk és metanollal töltöttük fel a jelig. Az elkészített oldatból 25-375 µl közötti mennyiségeket vettünk ki, 1500 µl-ig kiegészítettük metanollal, amihez rendre 1000 µl nátrium-acetátot (10% w/v), 600 µl alumínium-klorid oldatot (2,5%, w/v), 1400 µl metanolt és 1500 µl vizet adtunk hozzá.

A flavonoid koncentrációt g növényi szárazanyagban levő kvercetin egyenértékben (QE) fejeztük ki. A szárzellernél a kapott egyenes egyenlete: $y=0,2182x+0,1365$. Méréseinket három párhuzamossal végeztük.

Antocián-tartalom meghatározása a céklából

Az antocián-tartalom mérése spektrofotometriás módszerrel történt a *Myrtilli fructus recens* Ph. Eur. monográfia szerint [13]. Az antociánok specifikus színűek lesznek savas közegben. A pH változása reverzibilis strukturális változást okoz az antocián molekulákban, amely különböző elszíneződésekben nyilvánul meg.

A céklát (nyers és főtt) a következőképpen dolgoztuk fel: 50 g friss céklát megreszeltünk, ebből 5 g-ot kimértünk és 95 ml metanolt ráöntöttünk, hagytuk 30 percet állni, leszűrtük és 100 ml-ig feltöltöttük metanollal. Az oldatokat kihígítottuk 5x-ösére. A hígítást 0,1% metanolos sósav oldattal végeztük, majd az így készített oldatok abszorbanciáját lemértük 528 nm-en, metanolos sósavval szemben. Az antocián tartalmat cianidin-3-O-glukozidban fejeztük ki. Méréseinket 3 párhuzamossal végeztük.

“In vitro” antioxidáns kapacitás vizsgálata ABTS módszerrel

Az ABTS gyök semlegesítésén alapszik a módszer. Az ABTS (2,2'-azino-di-(3-etilbenzotiazolin)-6-szulfonsav). Az ABTS törzsoldat elkészítéséhez 2,6 ml bidesztillált vízben oldtunk fel egy tablettát ABTS-t (10 mg) és 1,72 mg kálium-perszulfátot. Hogy pontosabban lehessen bemérni a perszulfátot 16,5 mg-ból bidesztillált vízzel 25 ml-es törzsoldatot készítettünk és ennek 2,6 ml-ben feloldtuk az ABTS tablettát. Az oldatot mérés előtt készítettük el, majd a spektroszkópiás mérés előtt metanollal hígítottuk, hogy az oldat abszorbanciája $0,900 \pm 0,05$ körüli legyen. A kivonatokból különböző mennyiségeket

használtunk: 75 µl, 100 µl, 125 µl, 150 µl, 200 µl. Minden kémcsőbe az adott mennyiségű minta mellé adtunk 2,6 ml ABTS oldatot. A minták abszorbanciáját 6 perc elteltével leolvastuk 734 nm-en (A), majd az abszorbanciákat felhasználva kiszámoltuk az antioxidáns kapacitást egy egyenlet segítségével, és meghatároztuk a gátlási százalékat a minták koncentrációjának függvényében. A számoláshoz kell ismerni az ABTS abszorbanciáját minden mérés előtt (A_0), amelyeket az alábbi képlet segítségével számolunk ki [13]:

$$\text{Gátlási \%} = A_0 - A / A_0 \cdot 100$$

“In vitro” antioxidáns kapacitás vizsgálata DPPH módszerrel

A kivonatok antioxidáns kapacitását úgy határoztuk meg, hogy vizsgáltuk a semlegesítési képességet a DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) szabadgyökökkel szemben. A DPPH oldat elkészítése: 0,010 g 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil-t kimérünk, majd feloldjuk 25 ml-es mérőlombikban metanollal. A kapott oldatból 10 ml-t kimérünk egy 100 ml-es mérőlombikba, és kiegészítjük ugyancsak metanollal. Az így kapott DPPH törzsoldat 0,04 g / 100 ml koncentrációjú lesz. Spektrofotometriásan mértük 515 nm-n és az eredményeket gátlás %-ban fejeztük ki az ABTS módszernél leírt képlet segítségével. Az előbbi módszerhez hasonló eljárás. A kivonatokból különböző mennyiségeket mértünk ki: 75 µl, 100 µl, 125 µl, 150 µl, 200 µl, utána 2,6 ml DPPH-t adtunk hozzá mindegyik kivonathoz és hat perc elteltével olvastuk le az abszorbanciát 515 nm-n [10,15].

Eredmények

A fitokémiai vizsgálatok során kapott eredményeinket az alábbi táblázatokban foglaltuk össze. Az összpolicifenol meghatározásnál a cékla és szárzeller esetében az etanol (50%) bizonyult jobb oldószernek (1. táblázat). A cékla összpolicifenol-tartalma lényegesen elmarad a szárzeller összpolicifenol-tartalmától. A szárzeller flavonoidjainak meghatározásánál a vizes kivonatokban kaptuk a legmagasabb koncentrációt (2. táblázat). Az antocián koncentráció meghatározásánál a főtt és nyers céklában majdnem azonos, de alacsony koncentrációkat kaptunk (3. táblázat). Az antioxidáns méréseknél használt ABTS módszerrel az etanolos (50%) kivonatok a legjobb szabadgyökfogók a céklánál, míg a szárzeller esetében a fagyasztott szárrész metanolos kivonata a leghatásosabb (4. táblázat). A DPPH

1. táblázat. A cékla és szárzeller kivonatok összpolicfenol-tartalma

Próba	Összpolicfenol*-tartalom $\pm$ SD (mg GAE/g szárazanyag)					
	Metanol		Etanol 50%		Víz	
Cékla	Nyers	Főtt	Nyers	Főtt	Nyers	Főtt
	0,045 $\pm$ 0,011	0,029 $\pm$ 0,002	0,052 $\pm$ 0,009	0,178 $\pm$ 0,012	0,041 $\pm$ 0,005	0,029 $\pm$ 0,001
Szárzeller	Fagyasztott	Szárított	Fagyasztott	Szárított	Fagyasztott	Szárított
	0,775 $\pm$ 0,028	9,849 $\pm$ 0,162	0,455 $\pm$ 0,028	10,307 $\pm$ 0,928	0,393 $\pm$ 0,06	6,265 $\pm$ 0,09

GAE= galluszsav

2. táblázat. A szárzeller kivonatok flavonoid-tartalma

Próba	Flavonoid-tartalom $\pm$ SD (mg QE/g szárazanyag)					
	Metanol		Etanol 50%		Víz	
Szárzeller	Fagyasztott	Szárított	Fagyasztott	Szárított	Fagyasztott	Szárított
	1,005 $\pm$ 0,028	2,493 $\pm$ 0,01	1,022 $\pm$ 0,07	3,862 $\pm$ 0,03	1,248 $\pm$ 0,03	13,517 $\pm$ 0,572

QE=kvercetin

3. táblázat. A cékla antocián tartalma

Próba/cékla	Antocián tartalom g% (cianidin-3-O-glikozid g%)
Főtt	0,028 $\pm$ 0,002
Nyers	0,033 $\pm$ 0,008

módszernél a cékla főtt példányában kaptuk a kedvezőbb eredményeket, míg a szárzeller esetében a fagyasztott példányok kivonatai voltak a legjobb szabadgyökfogók (5. táblázat).

Megbeszélés és következtetés

Az antioxidáns kapacitást vizsgálták Laura Bucur és munkatársai DPPH módszerrel. Kétféle céklán végezték a kísérleteket: tavaszi és őszi cékla gyökerekből. A következő eredményeket kapták: friss őszi termés esetében a koncentrációk 35,88% $\pm$ 3,22, míg a tavaszi termésben

63,56% $\pm$ 0,53. A fagyasztott őszi termés esetében 27,39% $\pm$ 1,40. Az eredményekből látható, hogy a tavaszi termés magasabb antioxidáns kapacitással rendelkezik, mint a mélyhűtőben tartott, mely negatívan befolyásolja az antioxidáns kapacitást. Emellett magas korrelációt találtak az antioxidáns kapacitás és a betalain tartalom között, mivel a friss őszi cékla betalain tartalma 4,62 mg/g $\pm$ 0,18, míg a fagyasztott őszi betalain tartalma 2,9 mg/g $\pm$ 0,16. Ezzel szemben a friss tavaszi cékla betalain tartalma 8,38 mg/g $\pm$ 1,14, ami kiemelkedően magas érték és látható, hogy ebben az esetben ez volt a legmagasabb az antioxidáns kapacitás is [2].

Egy másik tanulmányban Edziri és munkatársai antioxidáns hatást néztek céklaléből és a cékla metanolos kivonataiból. A metanolos kivonat antioxidáns értéke DPPH-val IC₅₀ (μg/ml) 254,76 $\pm$ 2,07, ABTS-sel 359,65 $\pm$ 2,07. Céklalé esetében DPPH-val 315,43 $\pm$ 3,54, ABTS-sel 515,65 $\pm$ 1,97 értékeket kapták. Ahogy az eredményekből látható, a magasabb antioxidáns kapacitása a metanolos kivonatnak van. Megvizsgálták a fenolos komponensek

4.táblázat. A cékla és szárzeller kivonatok ABTS antioxidáns kapacitása

Próba	Antioxidáns ABTS IC 50 %					
	Kivonatok					
	Metanol		Etanol (50%)		Víz	
Cékla	Nyers	Főtt	Nyers	Főtt	Nyers	Főtt
	51,691	67,441	44,345	46,205	50,102	46,003
Szárzeller	Fagyasztott	Szárított	Fagyasztott	Szárított	Fagyasztott	Szárított
	17,824	97,363	42,121	98,433	36,629	74,862

5. táblázat. A cékla és szárzeller kivonatok DPPH antioxidáns kapacitása

Próba	Antioxidáns DPPH IC 50 %					
	Kivonatok					
	Metanol		Etanol (50%)		Víz	
Cékla	Nyers	Főtt	Nyers	Főtt	Nyers	Főtt
	14,339	17,754	17,544	10,816	15,109	5,200
Szárzeller	Fagyasztott	Szárított	Fagyasztott	Szárított	Fagyasztott	Szárított
	7,906	77,834	6,608	74,316	7,456	8,400

koncentrációját a Folin-Ciocalteu módszerrel, amely során a következő eredményeket kapták: összpolicfenol mennyiség (GAE mg/g) céklalében 0,978mg GAE/g $\pm$ 0,35 és 39,75 mg GAE/g $\pm$ 2,32 a metanolos kivonatban. Ebben az esetben is a metanolos kivonat gazdagabb polifenolokban [5]. A kivonatok koncentrációbeli különbségei miatt a próbáink eredményei nem hasonlíthatók össze a szakirodalomban fellelhető eredményekkel.

Jung W. és munkatársai 2011-ben a szárzeller fenol és flavonoid tartalmát vizsgálták. Az metanolos kivonat tartalmazta a legmagasabb mennyiségű összpolicfenol (51,09 $\pm$ 1,44 mg/g) és flavonoid (2,12 $\pm$ 0,08 mg/g) koncentrációt, míg a vizes oldat kevesebbet (összfenol 46,40 $\pm$ 0,31 mg/g, flavonoid 0,77 $\pm$ 0,01 mg/g). Vizsgálatunk során hasonló eredményt értünk el a polifenolos komponensekkel, mindkét alkoholos oldat magasabb koncentrációt mutatott, mint a vizes kivonat. Ezzel ellentétben a flavonoid vizsgálatnál eltérnek az eredményeink, mivel a fagyasztott (1,24 $\pm$ 0,03 mg QE/g) és a száraz növényi részek (13,51 $\pm$ 0,57 mg QE/g) vizes kivonatai tartalmazzák magasabb koncentrációban.

Shanmugapriya R. és Ushadevi T. 2014-ben végzett vizsgálatában a zeller magjával történő kivonatok antioxidáns aktivitását figyelték meg. DPPH módszerrel a metanolos kivonatnak 63,28% $\pm$ 0,86% míg a vizes kivonatnak a 52,97% $\pm$ 0,64% volt az antioxidáns kapacitása [17]. Kísérletünk során a DPPH módszerrel a fagyasztott drogból készült etanolos (50%) oldatnak volt a legkisebb IC50% értéke: 6,608, ezt követte a vizes oldat 7,456-al, majd a metanolos oldat a 7,906 értékkel. Szintén a DPPH módszerrel a szárított növényi részből készült kivonatokból, a metanolos 77,83, az etanolos 74,31 és a vizes 8,40 volt az IC50% értéke. A szárított növényi részek kivonatai közül a vizes rendelkezett a legnagyobb antioxidáns kapacitással. Megfigyelhető, hogy a drog állapota jelentősen befolyásolja az antioxidáns hatást. Az oldószer természetétől eltekintve a fagyasztott növényi részekből készült kivonatok erősebb antioxidáns hatást mutattak,

mint a szárított növényi részekből készült kivonatok. Az ABTS módszernél kapott eredményeink a metanolos kivonattól mutatták a legkisebb IC50% 17,82 értékkel, ami a legjobb antioxidáns kapacitásra vall, ezt követte a vizes 36,62% és az etanolos kivonatok 42,12%.

Az alkalmazott antioxidáns méréseknél a DPPH módszerrel bebizonyosodott, hogy a vizes kivonat a legjobb szabadgyökfogó, és szintén a víz bizonyult a legjobb oldószernek a flavonoidoknál a szárzeller esetében a vizsgált élelmiszer-növényeinknél.

A méréseink eredményeire hivatkozva jó eredményt használhatók/fogyaszthatók a fűszernövények, amelyek további kutatásokat igényelnek, valamint sikeresen lehetne alkalmazni őket táplálékkiegészítők összetételében a felsorolt tulajdonságaik miatt.

Bibliográfia

(lásd az angol nyelvű cikk végén)