

## Količina fosfora u korijenu celera korjenaša na tržištu grada Zagreba

### Sažetak

Celer je povrće koje se odlikuje visokom nutritivnom i zdravstvenom vrijednosti. Fosfor je u ljudskom organizmu od iznimne važnosti za žuč, bubrege i probavu. Dnevna potreba u ljudskoj ishrani za fosforom kod odraslog čovjeka iznosi 700 mg. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi količine fosfora u korijenu celera korjenaša prikupljenom na tržištu grada Zagreba. Uzorkovanje je provedeno 2016. na dvije tržnice, u dva trgovačka lanca i u dvije trgovine ekološkim proizvodima. Uzorci su sušeni na 105 °C do konstantne mase nakon čega su mljeveni i homogenizirani. Nakon razgradnje s HNO<sub>3</sub> i HClO<sub>4</sub> fosfor je određen spektrofotometrijski. Rezultati istraživanja pokazali su znatno variranje u količini fosfora u korijenu celera, u suhoj tvari od 0,50 do 0,93% P, a u svježoj tvari od 67 do 90 mg P/100 g svježe tvari, ovisno o prodajnom kanalu. Konzumacijom 100 g celera iz ovog istraživanja može se podmiriti od 9,8 do čak 12,8% dnevnih potreba za fosforom.

**Ključne riječi:** *Apium graveolens* L., dnevne potrebe, makroelementi, minerali, povrće

### Uvod

Povrće predstavlja važan dio ishrane ljudi, a njegova je važnost u bogatstvu vitaminima, mineralnim solima te organskim kiselinama koje su neophodne za ispravan razvoj ljudskog organizma (Parađiković, 2009). Iako nije dovoljno zastupljen u ljudskoj ishrani, celer se odlikuje visokom nutritivnom i zdravstvenom vrijednosti, visokim sadržajem vitamina B1, B2, i C te povoljno djeluje na cijeli ljudski organizam, pogotovo na opterećenost i umor (Hefer i sur., 2011). U Hrvatskoj je zastupljenija proizvodnja celera korjenaša u odnosu na celer rebraš. Glavna proizvodnja celera je u kućnim vrtovima i na obiteljskim gospodarstvima, u okolici gradova za prodaju na tržnicama (Matotan, 2004).

Celer (*Apium graveolens* L.) je dvogodišnja kultura iz porodice porodice štitarki. U prvoj godini celer stvara zadebljali korijen, listove ili peteljke, a u drugoj, nakon razdoblja jarovizacije (niskih temperatura), cvjetnu stabljiku, cvat, cvijet i plod (Parađiković, 2009). Celer je dobar diuretik, pospješuje izlučivanje žuči, rad bubrega, povoljno djeluje na cirkulaciju u krvi, pomaže probavi, smanjuje količinu šećera u krvi kod dijabetičara. Najbolje djeluju svježi pripravci, sok od lišća, peteljki ili korijena. Zbog vrlo intenzivnog mirisa dobro ga je miješati sa sokom od cikle ili mrkve (Lešić i sur., 2004).

U tlu se fosfor nalazi u promjenjivim oblicima, pa time utječe na svoju pristupačnost biljkama. Ishrana biljaka fosforom iz otopine tla nedostatna je za biljke pa ovisi o pritjecanju iz labilnog rezervoara odnosno teže topivih oblika fosfora (Čustić, 2000). Osnovni čimbenik koji utječe na pristupačnost fosfora je pH tla. U alkalnim tlima nalaze se lakše topivi Ca fosfati, dok u kise-

<sup>1</sup> doc. dr. sc. Marko Petek, doc. dr. sc. Sanja Fabek Uher, doc. dr. sc. Tomislav Karažija, doc. dr. sc. Boris Lazarević, prof. dr. sc. Mirjana Herak Čustić, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

<sup>2</sup> Anita Jurišić, mag. ing. agr., Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, studentica, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

lim tlima prevladavaju teže topivi Al i Fe-fosfati. Zbog važnosti fosfora u tlu, često se kisela tla tretiraju materijalima za kalcizaciju, kako bi se povećala dostupnost fosfora u tlu, što ima veći učinak nego gnojidba fosforom gnojivima na kiselim tlima (Vukadinović i Vukadinović, 2011).

Za razliku od tla, fosfor je unutar biljke jedno od najpokretljivijih hraniva. Biljke pojačano usvajaju fosfor na početku vegetacije prilikom formiranja korijenovog sustava, te na prijelazu iz vegetacijske u reproduktivnu fazu života (Čoga, 2009). Fosfor u biljci sudjeluje u važnim fiziološkim procesima, a ima ključnu ulogu u svakom procesu u biljci koji uključuje prijenos energije. Energija se u svim stanicama pohranjuje u obliku adenozin trifosfata (ATP) koji djeluje kao glavno skladište energije unutar stanica, bez kojeg biljka ne bi mogla obavljati redovite životne funkcije (Pevalek-Kozlina, 2003). Osim uloge u fiziološkim procesima biljke, fosfor je jedan od važnijih gradivnih elemenata u biljci. Nalazi se u fosfolipidima koji izgrađuju plazmatske membrane. Plazmatske membrane predstavljaju vezu s okolišem, a omogućuju primanje i izmjenu tvari sa stanicom. Sastavni je dio nukleinskih kiselina i nukleotida, što mu omogućuje da sudjeluje u pohrani i prijenosu genskih informacija (Čosić i sur., 2005).

Tablica 1 prikazuje zastupljenost minerala u korijenu celera prema različitim izvorima. Kalij je najzastupljeniji mineral u korijenu celera. Količina fosfora, prema Lešić i sur. (2004), može biti u rasponu od 28-115 mg P/100 g. Ostali izvori navode količine od 25-27 mg P/100 g u korijenu celera (Botanical online, 2009; The World's Healthiest Food, 2016; Peter, 2006).

**Tablica 1.** Količina minerala u mg/100 g u svježe tvari celera korjenša prema različitim autorima

**Table 1.** Celeric mineral content (mg/100 g fresh weight) according to different authors

	Lešić i sur. (2004)	Botanical-online (2009)	The World's Healthiest Food (2016)	Peter (2006)
Mg	9,3	11	11,2	10
K	276-350	287	262,6	-
P	28-115	25	24,24	27
Ca	35-88	40	40,4	70
Fe	0,09-1,00	0,40	0,2	0,3

Šatalić (2016) i Lovrić (2004) ističu važnost fosfora koji u ljudskom organizmu sudjeluje u svim vitalnim funkcijama. Fosfor je uz kalcij, najvažniji mineral koji sudjeluje u građi kostiju i zuba. U tkivima je oko 700 g fosfora od čega je 85% u kosturu i zubima u obliku kristala kalcij-fosfata. Fosfor je također gradivni dio RNK i DNK nukleinskih kiselina, fosfolipida svake stanične membrane, osnovne energetske jedinice ATP-a, i određenog broja enzima i koenzima. Cilj rada je utvrditi količinu fosfora u celeru korjenša prikupljenom na različitim prodajnim mjestima grada Zagreba te usporediti rezultate analiziranih uzoraka

## Materijali i metode

Uzorkovanje celera korjenša provedeno je 27. studenog 2016. u Zagrebu u dva trgovačka lanca (celer 1 i 2), dvije trgovine ekološkim proizvodima (celer 3 i 4) i na dvije tržnice (celer 5 i 6). Uzorkovanje je na svakom mjestu uzorkovanja provedeno u tri ponavljanja. Tijekom prikupljanja uzoraka sakupljene su informacije o načinu uzgoja celera korjenša. Informacije za trgovačke lance prikupljene su uvidom u deklaraciju, za tržnice upitom prodavača, a uzorci iz ekoloških trgovina uzgojeni su na ekološki način jer su to trgovine u kojima se prodaju isključivo proizvodi iz ekološkog načina proizvodnje. Pretpostavlja se da je celer korjenša iz trgovačkih

lanaca uzgojen konvencionalno jer nije bilo naznačeno da su iz ekološkog uzgoja, kao i celer korjenaš s tržnica koji je uzgojen uz gnojidbu isključivo stajskim gnojem (jer ekološku proizvodnju ne čini samo način gnojidbe). Uzorci celera korjenaša, nakon prethodnog usitnjavanja, osušeni su u laboratorijskom sušioniku na 105 °C. Nakon digestije u mikrovalnoj peći s HNO<sub>3</sub> i HClO<sub>4</sub> fosfor je određen spektrofotometrijski (AOAC, 2015). Uzorci su prikupljeni u triplicatu, analizirani pojedinačno, a u rezultatima su prikazane prosječne vrijednosti.

Statistička obrada podataka pratila je model analize varijance (ANOVA). Korišten je program SAS System for Win. ver 9.1 (SAS Institute Inc.), a za testiranje rezultata korišten je Tukeyev test signifikantnih pragova (SAS, 2002-2003).

## Rezultati i rasprava

U tablici 2 prikazane su količine suhe tvari u uzorcima korijena celera. Ukupna količina suhe tvari varirala je od 9,00% do 13,86%. Najveća količina suhe tvari utvrđena je u celeru 5 (iz trgovine ekološkim proizvodima) i celeru 4 (iz trgovačkog lanca) (13,86 i 13,07 % suhe tvari), i međusobno se statistički značajno ne razlikuju.

Promatrajući tablicu 3, vidljivo je kako količine fosfora u suhoj tvari (P u ST) celera variraju u rasponu od 0,50% do 0,93% P u ST. Najveća količina fosfora u suhoj tvari utvrđena je u celeru 6 (iz trgovine ekološkim proizvodima) s 0,93% P u ST i celeru 1 (s tržnice) kod kojeg količina fosfora u suhoj tvari iznosila 0,82% P u ST. Najmanju količinu od 0,50% P u ST u suhoj tvari utvrđen je u celeru 4 (iz trgovačkog lanca) što je u skladu s vrijednostima (0,36-0,58% P u ST) koje navode Madrid i sur. (2008).

U celeru 6 (iz trgovine ekološkim proizvodima) utvrđen je mali postotak suhe tvari (9% ST), no unatoč tome, utvrđena je najveća količina fosfora u suhoj tvari, dok je kod celera 4 (iz trgovačkog lanca), predstavnika konvencionalne poljoprivrede, utvrđena manja količina fosfora u suhoj tvari, no najveći postotak suhe tvari.

Promatrajući vrijednosti za fosfor u 100 g svježe tvari (tablica 3) vidljivo je da vrijednosti variraju u rasponu od 67 do 90 mg P/100 g svježe tvari. Najveća i statistički značajna količina fosfora utvrđena je u celeru i (celer 1) i iznosi 90 mg P/100 g svježe tvari, a nakon nje slijedi celer iz trgovine ekološkim proizvodima (celer 6) s 84 mg P/100 g svježe tvari. Interesantno je za primijetiti da su najveća i najmanja vrijednost utvrđene u uzorcima s tržnice. Utvrđene vrijednosti skladu su s rasponom od 28 do 115 mg P/100 g svježe tvari kojeg navode Lešić i sur. (2004). Ostali izvori (Botanical online, 2009; The World's Healthiest Food, 2016; Peter, 2006) navode vrijednosti koje su znatno niže od rezultata ovog istraživanja, što ukazuje na velika variranja koja mogu biti posljedica brojnih agroekoloških čimbenika, kao i vjerojatno različite tehnologije proizvodnje, ali i sortimenta.

**Tablica 2.** Količina suhe tvari (% ST) utvrđena u uzorcima celera korjenaša prikupljenim na tržnicama, u trgovačkim lancima i trgovinama ekološkim proizvodima

**Table 2.** Celериac dry weight content (% DW) determined in collected samples at markets, in market chains and stores with ecological products

	Kanali prodaje Sales channels	% suhe tvari (ST) % dry weight (DW)
Tržnice Markets	Celer 1/Celериac 1	11,09 b
	Celer 2/Celериac 2	10,95 b
Trgovački lanci Market chains	Celer 3/Celериac 3	11,13 b
	Celer 4/Celериac 4	13,86 a
Trgovina ekološkim proizvodima Stores with ecological products	Celer 5/Celериac 5	13,07 a
	Celer 6/Celериac 6	9,00 c

Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Tukeyevom testu,  $p \leq 0,05$ . Vrijednosti, kojima nije pridruženo slovo, nisu značajno različite.

Different letters represent significantly different values according to Tukey's test,  $p \leq 0.05$ . Values not associated with the letter are not significantly different.

**Tablica 3.** Količina fosfora u suhoj tvari (% P ST) i svjezoj tvari (mg P/100 g svježe tvari) utvrđena u uzorcima celera korjenaša prikupljenim na tržnicama, u trgovačkim lancima i trgovinama ekološkim proizvodima.

**Table 3.** Celериac phosphorus content in dry weight (% P DW) and in fresh weight (mg P/100 g fresh weight) determined in collected samples at markets, in market chains and stores with ecological products

	Kanali prodaje Sales channels	% P ST % P DW	mg P/100 g svježe tvari mg P/100 g fresh weight
Tržnice Markets	Celer 1/Celериac 1	0,82 a	90 a
	Celer 2/Celериac 2	0,61 bc	67 c
Trgovački lanci Market chains	Celer 3/Celериac 3	0,67 bc	74 abc
	Celer 4/Celериac 4	0,50 c	69 bc
Trgovina ekološkim proizvodima Stores with ecological products	Celer 5/Celериac 5	0,58 bc	76 abc
	Celer 6/Celериac 6	0,93 a	84 ab

Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Tukeyevom testu,  $p \leq 0,05$ . Vrijednosti, kojima nije pridruženo slovo, nisu značajno različite.

Different letters represent significantly different values according to Tukey's test,  $p \leq 0.05$ . Values not associated with the letter are not significantly different.

Budući da biljka intenzivno prima fosfor u fazi formiranja korijenovog sustava, za ovu je biljnu kulturu iznimno bitno da ima dovoljnu količinu navedenog makrohraniva u toj fazi (Vukadinović i Vukadinović, 2011). Kvalitetna arhitektura korijenovog sustava glavni je pokazatelj dobre ishrane celera korjenaša te označava biljku s dobrim nutritivnim vrijednostima prikladnim ishrani čovjeka. S obzirom na to da je u konvencionalnoj poljoprivredi dopuštena upotreba mineralnih gnojiva, očekivane su više koncentracije fosfora u uzorcima porijeklom iz konvencionalne proizvodnje. Iako su se u celeru iz konvencionalnog uzgoja očekivale više vrijednosti količine fosfora zbog upotrebe mineralnih gnojiva, dobivene su visoke vrijednosti i u celeru iz ekološke proizvodnje. Takvi rezultati mogu biti posljedica povoljnog pH tla, stajskog gnoja koji je korišten pri uzgoju u ekološkoj proizvodnji, povoljne temperature tla, dovoljne količine vode za optimalno usvajanje fosfora od strane korijena, kao i kombinacije ovih čimbenika. Ovo je sukladno podacima koje je objavio Petek (2009), gdje je količina fosfora u korijenu cikle bila najveća pri gnojidbi stajskim gnojem, u odnosu na mineralnu gnojidbu.

Šatalić (2008) prema podacima WHO navodi da preporučeni dnevni unos fosfora za dojenčad do 6 mjeseci starosti iznosi 100 mg fosfora, a od 7 do 12 mjeseci 275 mg fosfora. Za djecu starosti od 1 do 3 godine preporučeni dnevni unos fosfora iznosi 460 mg, malo više iznosi za djecu 4 do 8 godina 500 mg fosfora, dok za djecu u dobi od 9 do 18 godina dnevna potreba iznosi 1250 mg fosfora. Vrijednost fosfora za odrasle osobe iznosi 700 mg fosfora. Prema ovim podacima vidljivo je da je najpotrebniji unos mineralnih tvari, uključujući fosfor, tijekom puberteta. Konzumiranjem 100 g svježeg celera korjenaša iz ovog istraživanja s tržnica (celer 1 i celer 2) može se podmiriti 12,8 %, iz trgovina ekološkim proizvodima 12 i 10,8 % (celer 6 i celer 5), te iz trgovačkih lanaca 10,57 i 9,8% (celer 3 i celer 4) dnevnih potreba za fosforom.

## Zaključak

Ovim istraživanjem utvrđene su količine fosfora u celeru korjenašu iz različitih kanala prodaje na tržištu grada Zagreba, a samim time i iz različitih oblika poljoprivredne proizvodnje.

Utvrđena količina suhe tvari u svim uzorcima celera korjenaša varirala je između 9,00 i 13,86%.

Najveća količina fosfora u suhoj tvari celera utvrđena je u celeru iz trgovine ekološkim proizvodima (0,93% P u ST), dok je najmanja količina utvrđena u celeru iz trgovačkog lanca (0,50% P u ST). Kod fosfora u svježoj tvari, najveća i najmanja vrijednost utvrđene su u uzorcima s tržnice (90 i 67 mg P/100 g svježe tvari).

Konzumacijom 100 g celera iz ovog istraživanja može se podmiriti od 9,8 do čak 12,8% dnevnih potreba za fosforom.

## Napomena

Rad je proizašao iz diplomskog rada „Količina fosfora u korijenu celera korjenaša na tržištu grada Zagreba“ autorice Anite Jurišić, mag ing. agr. obranjenog na Agronomskom fakultetu u Zagrebu u 27. rujna 2017. godine.

## Literatura

- AOAC (2015) Official Method of Analysis of AOAC International, Gaithersburg, Maryland, USA.  
Botanical-online.com, <http://www.botanical-online.com/english/celery.htm>, pristupljeno 08.07.2017.  
Čoga, L. (2009) Metode i dijagnostika u ishrani bilja – Interna skripta, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.  
Čosić, T., Čoga, L., Petek, M., Pavlović, I. (2005) Ishrana bilja, Interna skripta, Zagreb.  
Čustić, M. (2000). Ishrana bilja, Interna skripta, Zagreb.  
Hefer, D., Kovačić, I., Božić-Sumrak, B. (2011) Proizvodnja celera u sustavu kap na kap. *Glasnik zaštite bilja*, 4, 66-73.  
Lešić, R., Borošić, J., Butorac, I., Herak Čustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2004) Povrčarstvo, 2. dopunjeno izdanje. Zrinski d.d., Čakovec.  
Lovrić, M. (2004) Minerali, aminokiseline i ostali sastojci prehrane. Vlastita naklada, Zagreb.  
Madrid, R., Lopez, M., Barba, E.L., Gomez, P., Artes, F. (2008) Influence of Nitrate Fertilizer on macronutrient contents of celery plants on soilless culture. *Journal of Plant Nutrition*, 3, 55–67.  
Matotan, Z. (2004) Suвременa proizvodnja povrća Zagreb, Nakladni zavod Globus, Zagreb.  
Paradičković, N. (2009) Opće i specijalno povrčarstvo. Poljoprivredni fakultet, Osijek.  
Petek M. (2009) Mineralni sastav cikle (*Beta vulgaris* var. *conditiva* Alef.) pri organskoj i mineralnoj gnojidbi. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.  
Peter, K.V. (2006) Handbook of herbs and spices. Woodhead publishing- England Cambridge, 3 (18), 317-334.  
Pevalek-Kozlina, B. (2003) Fiziologija bilja. Profil International, Zagreb, Kaptol.  
Šatalić Z. (2016) Mineralne tvari, Znanost o prehrani. Prehrambeno biotehnološki fakultet-interna skripta.  
Šatalić, Z. (2008) Energetske i nutritivne potrebe. *Medicus*, 17, 5-17.  
The World's Healthiest Food, <http://www.whfoods.com/genpage.php?name=nutrient&dbid=127>, pristupljeno 10.07.2017.  
Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2011) Ishrana bilja. Sveučilište u Osijeku, Poljoprivredni fakultet.

Prispjelo/Received: 25.1.2019.

Prihvaćeno/Accepted: 15.3.2019.

Original scientific paper

## Phosphorus content in celeriac on the market of Zagreb

### Abstract

*Celeriac is a vegetable of high nutritive and health value. In human body, phosphorus is very important for bile, kidneys and digestion. The daily requirement in human nutrition for an adult is 700 mg of phosphorus. The aim of this research was to determine the phosphorus content of celeriac sampled on the market of Zagreb. Celeriac sampling was carried out in 2016 on 2 markets, in 2 market chains and in 2 stores with organic products. The samples were dried at 105 °C to a constant mass, after which were ground and homogenized. After digestion with HNO<sub>3</sub> and HClO<sub>4</sub> phosphorus was determined spectrophotometrically. The results of the research showed a significant variation in celeriac phosphorous content, in the dry weight from 0.50 to 0.93% P, and in the fresh weight from 67 to 90 mg P/100 g. By consuming 100 g of celeriac from this study 9.8 to 12.8% daily phosphorus needs can be satisfied.*

**Key words:** *Apium graveolens* L., daily need, macroelements, minerals, vegetables