

# Količina kalija u korijenu celera korjenaša na tržištu grada Zagreba

---

**Malnar, Valentina**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2018**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:124493>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-17**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

**Količina kalija u korijenu celera korjenaša na tržištu  
grada Zagreba**

DIPLOMSKI RAD

Valentina Malnar

Zagreb, rujan, 2018.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:  
Agroekologija - Mikrobna biotehnologija u poljoprivredi

**Količina kalija u korijenu celera korjenaša na tržištu  
grada Zagreba**

DIPLOMSKI RAD

Valentina Malnar

Mentor: Doc. dr. sc. Marko Petek

Zagreb, rujan, 2018.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA**  
**O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Valentina Malnar**, JMBAG 0178094290, rođena 11.9.1993. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

**Količina kalija u korijenu celera korjenaša na tržištu grada Zagreba**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*Potpis studentice*

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Valentine Malnar**, JMBAG 0178094290, naslova

**Količina kalija u korijenu celera korjenaša na tržištu grada Zagreba**

obranjen je i ocijenjen ocjenom \_\_\_\_\_, dana \_\_\_\_\_.

Povjerenstvo:

potpisi:

- |    |                                    |        |       |
|----|------------------------------------|--------|-------|
| 1. | Doc. dr. sc. Marko Petek           | mentor | _____ |
| 2. | Prof. dr. sc. Mirjana Herak Ćustić | član   | _____ |
| 3. | Doc. dr. sc. Sanja Fabek Uher      | član   | _____ |



## Sadržaj

1.	Uvod .....	1
1.1.	Cilj rada.....	2
2.	Pregled literature .....	3
2.1.	Celer ( <i>Apium graveolens</i> L.).....	3
2.1.1.	Podrijetlo i povijesni razvoj .....	3
2.2.	Celer korjenaš ( <i>Apium graveolens</i> var. <i>rapaceum</i> Mill.).....	4
2.2.1.	Morfološka svojstva .....	4
2.2.2.	Uzgoj.....	6
2.2.3.	Gnojidba .....	7
2.2.4.	Vađenje, prinosi i čuvanje .....	8
2.2.5.	Sorte .....	8
2.2.6.	Hranidbena i zdravstvena vrijednost .....	9
2.3.	Kalij .....	10
2.3.1.	Povijest kalija.....	10
2.3.2.	Kalij u tlu.....	11
2.3.3.	Kalij u biljci.....	13
2.3.4.	Kalij u čovjeku.....	17
3.	Materijali i metode.....	19
3.1.	Materijali .....	19
3.2.	Metode rada.....	20
3.2.1.	Priprema uzoraka biljnog materijala .....	20
3.2.2.	Vaganje i sušenje uzoraka .....	21
3.2.3.	Mokro spaljivanje uzoraka .....	22
3.2.4.	Mjerenje koncentracije kalija na plamenfotometru .....	23
3.3.	Obrada podataka.....	25
4.	Rezultati i rasprava.....	26
4.1.	Suha tvar u korijenu celera korjenaša .....	26
4.2.	Kalij u korijenu celera korjenaša .....	26
5.	Zaključak.....	29
6.	Popis literature .....	30
	Životopis .....	32

## Sažetak

Diplomskog rada studentice **Valentine Malnar**, naslova

### **Količina kalija u korijenu celera korjenaša na tržištu grada Zagreba**

Celer je povrće bogato mineralima, prvenstveno kalijem. Kalij za ljudski organizam ima veliku važnost. Dnevna potreba za kalijem za odraslog čovjeka iznosi 3510 mg. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi količinu kalija u korijenu celera korjenaša prikupljenom na tržištu grada Zagreba. Uzorci su prikupljeni u trgovačkim lancima, trgovinama ekološkim proizvodima i na tržnici. Kalij je nakon digestije s koncentriranom  $\text{HNO}_3$  i  $\text{HClO}_4$  u mikrovalnoj peći određen na plamenfotometru. Statistička obrada podataka pratila je model analize varijance (ANOVA) pomoću programa SAS. Utvrđena količina kalija u korijenu celera korjenaša kretala se od 3,62 do 4,56 % K ST, odnosno od 327 do 555 mg K/100 g svježe tvari. Konzumacijom 100 g celera iz ovog istraživanja može se podmiriti 9,32 – 15,81% dnevnih potreba za kalijem.

**Ključne riječi:** *Apium graveolens* var. *rapaceum* Mill., dnevne potrebe, makroelement, minerali, povrće



## Summary

Of the master's thesis – student **Valentina Malnar**, entitled

### **Celeriac potassium content at the market of city of Zagreb**

Celeriac is a vegetable rich in minerals, mostly in potassium. For human body, potassium has a great importance. Daily potassium need for adults is 3510 mg. The aim of this research was to determine the celeriac potassium content collected at the market city of Zagreb. Samples were collected in chain stores, stores with organic products and market. Potassium was after the digestion with concentrated  $\text{HNO}_3$  and  $\text{HClO}_4$  in microwave oven determined by a flame photometer. Statistical data analysis has followed a model of variance analysis (ANOVA) using SAS programme. Determined celeriac potassium content ranged from 3.62 to 4.56 % K dry weight, and from 237 to 555 mg K/100 g fresh weight. By consuming of 100 g of celeriac from this research humans can meet 9.32-15.81% of daily potassium needs.

**Keywords:** *Apium graveolens* var. *rapaceum* Mill., daily need, macroelement, minerals, vegetables

# 1. Uvod

Povrće je sastavni dio čovjekovog svakodnevnog jelovnika. Njegova vrijednost proizlazi iz toga što, uz osnovne hranjive tvari – ugljikohidrate i bjelančevine, sadrži još i celulozu, minerale, vitamine, organske kiseline i drugo (Lešić i sur., 1983). Bez povrća nema pravilne prehrane i zato njegovom uzgoju treba posvetiti mnogo pažnje (Parađiković, 2009).

Celer je povrtna vrsta koja se odlikuje visokom nutritivnom i zdravstvenom vrijednošću, no nedovoljno je zastupljena u prehrani ljudi (Hefer i sur., 2011). U prehrani se mogu koristiti zadebljali korijen, peteljke i listovi celera. Stoga su razvijena tri varijeteta celera: korjenaš, rebraš i listaš (Matotan, 2004). Današnji celer potječe od divljeg celera (*Apium graveolens* L. var. *silvestre* Alef.). Celer je dvogodišnja biljka. U prvoj godini formira zadebljali korijen, peteljke, listove, a u drugoj nakon jarovizacije (razdoblja niskih temperatura) cvjetnu stabljiku, cvat, cvijet i plod (Parađiković, 2009). Pripada porodici štitarki (Apiaceae) kao i mrkva, peršin, pastrnjak, kopar, slatki komorač i brojne druge (Kranjčević, 2011). U Europi i Sjevernoj Americi celer je dosta raširena kultura. U zemljama Europske unije uzgaja se na oko 15 000 ha, ali zastupljenost varijeteta po zemljama je različita. Primjerice, u Njemačkoj i Nizozemskoj gotovo 100% uzgaja se korjenaš, dok je u Francuskoj zastupljenost korjenaša oko 56%, a rebraša 44%. U Italiji je najviše zastupljen rebraš i to 97%, a u Velikoj Britaniji 100%. U Hrvatskoj je najviše zastupljen korjenaš, dok su rebraš i listaš manje zastupljeni (Lešić i sur., 2016).

Minerali su anorganski kemijski elementi koji čine glavni dio krute Zemljine kore. Ima ih 103, ali za sve njih nije dokazano da su esencijalni za ljudski organizam, iako se većina nalazi u tijelu (Medić-Šarić i sur., 2000). Prema Ashwell i sur. (2008) u tijelu se nalazi više od 60 minerala, a samo se 22 smatraju životno važnima. Od njih je 7 minerala (kalcij, klor, magnezij, fosfor, kalij, natrij i sumpor) nazvano makromineralima ili glavnim mineralima. Ostalih 15 su takozvani minerali (ili elementi) u tragovima; oni se nazivaju i mikromineralima jer je dnevna potreba za njima vrlo mala (Ashwell i sur., 2008). Te anorganske tvari potrebne su za širok raspon procesa sinteze, od oblikovanja kostiju pa sve do normalnog rada srca i probavnog sustava. Minerali su u organizmu prisutni u malim količinama, svi zajedno čine samo 4% tjelesne mase. Zalihe minerala u tijelu potrebno je nadomještati (Ashwell i sur., 2008; Šić Žlabur i sur., 2016). Cijeli se život moraju unositi putem hrane, vode i lijekova. Količina pojedinog minerala u hrani prilično varira te ovisi o nizu faktora, naročito u hrani biljnog porijekla (sastav tla, godišnje doba, klimatski uvjeti). Svaki mineral ima specifičnu funkciju, stoga njegov nedostatak utječe i na sve funkcije u kojima sudjeluje (Medić-Šarić i sur., 2000).

Kalij je esencijalni makroelement, prijeko potreban biljkama, životinjama te čovjeku (Johnston, 2003; Vuljanić, 2018). Drugim riječima, kalij je element značajan za sve žive organizme. Kalij sudjeluje i utječe na brojne biokemijske i fiziološke procese, pa njegov nedostatak ili suvišak izaziva metaboličke i funkcionalne poremećaje u organizmu živih bića. Ljudi svoje potrebe za kalijem najvećim dijelom podmiruju čvrstom hranom (uglavnom povrćem i voćem), a manjim dijelom vodom. Prilikom normalne prehrane čovjek dnevno unese u organizam oko 3 do 4 g kalija i približno istu količinu izluči (Kastori i sur., 2013).

Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) preporuča unošenje najmanje 3,51 g kalija dnevno, što vrijedi za odraslog čovjeka ( $\geq 16$  godina) (WHO, 2012).

### **1.1. Cilj rada**

Cilj ovog rada bio je odrediti količinu kalija u uzorcima korijena celera korjenaša prikupljenih na različitim prodajnim mjestima grada Zagreba te ustanoviti moguće razlike obzirom na različite načine uzgoja (konvencionalni ili ekološki).

## 2. Pregled literature

### 2.1. Celer (*Apium graveolens* L.)

#### 2.1.1. Podrijetlo i povijesni razvoj

Celer potječe iz područja oko Sredozemnog mora, a kao povrtna biljka koristi se u Europi od 17. stoljeća (Lešić i sur., 2016). Kroz povijest celeru su pridavana različita značenja. Primjerice, bio je simbol ljepote i veselja u vrijeme Homera, simbol suza i žalosti kod starih Grka te simbol smrti u starih Rimljana. Oko dva stoljeća kasnije Rimljani su ga uzdignuli na simbol pobjede i pobjedničkog slavlja te su celerovim lišćem ovjenčavali glave pobjednika (Veljković i Bisenić, 1988; Hefer i sur., 2011).

U današnje vrijeme, iako predstavlja nedovoljno zastupljeno povrće, koristi se u prehrani ljudi u svježem stanju te prerađen (Hefer i sur., 2011). Prema biljnom dijelu koji se koristi u prehrani razlikuju se:

- celer listaš (*Apium graveolens* var. *secalinum* Alef.)
- celer rebraš (*Apium graveolens* var. *dulce* Mill.)
- celer korjenaš (*Apium graveolens* var. *rapaceum* Mill.)

Celer listaš, celer rebraš i celer korjenaš prikazani su na slici 1. Kod celera listaša koristi se lišće intenzivnog mirisa, celera rebraša lisne peteljke i lišće, a od celera korjenaša zadebljali korijen i lišće (Lešić i sur., 2016; Benko, 2017).



Slika 1. Celer (s lijeva na desno: korjenaš, rebraš, listaš)

(Web 1)

## 2.2. Celer korjenaš (*Apium graveolens* var. *rapaceum* Mill.)

### 2.2.1. Morfološka svojstva

Celer je dvogodišnja biljka, iako se uzgaja kao jednogodišnja (Rubatzky i Yamaguchi, 1997). U prvoj godini razvija lisnu rozetu i korijen, a u drugoj cvjetnu stabljiku (Hefer i sur., 2011).

Korijen je razgranat i njegova glavnina nalazi se u gornjih 30 cm tla (Lešić i sur., 2016). Kod celera korjenaša razvija se zadebljali korijen, dok se kod ostalih varijeteta celera (listaša i rebraša) ne razvija (Parađiković, 2009). Oblik korijena je okrugao ili ovalan. Donji dio korijena obrastao je postranim korjenčićima. Vanjska kora je poprilično gruba, smečkaste boje (Hefer i sur., 2011). Slika 2. prikazuje izgled korijena celera korjenaša. Unutrašnjost korijena je bijela (Hefer i sur., 2011), lijepog mirisa (Parađiković, 2009).



Slika 2. Korijen celera korjenaša

(2017)

Lišće čini rozetu. Sastoji se od izduženih peteljki i krupnih, glatkih, urezanih plojki (slika 3). U usporedbi s celerom korjenašem, plojke listova znatno su razvijenije kod celera listaša, a peteljke kod celera rebraša (Hefer i sur., 2011).



Slika 3. List celera korjenaša

(2017)

Stabljika je vrlo skraćena. U drugoj godini izdužuje se cvjetna stabljika (Parađiković, 2009). Kako navode Lešić i sur. (2016) cvjetna stabljika naraste od 70 do 100 cm. Razgranata je, a vrhovi grana završavaju štitastim cvatovima. Cvjetovi se nalaze na kratkim stapkama (Hefer i sur., 2011). Veoma su sitni i bijele boje (Gelenčir i Gelenčir, 1991), a prikazani su na slici 4.



Slika 4. Cvatovi celera korjenaša

(2017)

Plod je kalavac, smeđe boje (Hefer i sur., 2011). Rebrast je i ima oblik polumjeseca (Toth i Fabek, n.d.). Dužine je 1,2 mm te promjera 0,6 mm. Ujedno predstavlja i sjeme. Zanimljivo je kako je to najsitnije sjeme od svih povrtnih kultura, što potvrđuje i podatak da masa 1000 sjemenki teži 0,4 do 0,5 g, a u 1 g ima 2000 do 2500 sjemenki (Hefer i sur., 2011). Slika 5. prikazuje sjeme celera korjenaša.



Slika 5. Sjeme celera korjenaša

(2017)

U svim dijelovima celera mogu se pronaći eterična ulja (apiin, apiol, sedanolid i dr.) (Lešić i sur., 2016). U korijenu se nalazi oko 0,1%, u listovima nešto više, a u plodovima i do 3% eteričnog ulja. Ono štiti biljku od bakterija, gljivica i prirodnih neprijatelja za vrijeme rasta i dozrijevanja (Kranjčević, 2014).

### 2.2.2. Uzgoj

Celer korjenaš uzgaja se iz presadnica. Ključni razlozi tome su sitno sjeme, duga vegetacija i mogućnost prijevremene cvatnje već sasvim mladih biljaka (Benko, 2017). Najčešće se uzgaja za kasnojesensku ili zimsku potrošnju. U tu svrhu sije se u zaštićene prostore tijekom veljače i ožujka (Matotan, 2004). Prije sjetve, kako bi se ubrzalo nicanje, dobro je namočiti sjeme u vodi temperature 20 °C na svjetlu kroz 1 do 2 dana (Lešić i sur., 2016). Sjeme se sije u sandučice (5 g sjemena/m<sup>2</sup>), a poslije 4 do 5 tjedana biljčice se pikiraju u kontejnere veličine lončića oko 30 cm<sup>3</sup>. Pilirano i pretkljalo sjeme može se izravno sijati u kontejnere (Benko, 2017) jer se uzgojem u kontejnerima dobivaju najkvalitetnije presadnice. Naime, presadnice su ujednačenije te se presađuju sa supstratom na korijenu što omogućava bolje ukorjenjivanje i brži razvoj u polju (Matotan, 2004). Krajem svibnja ili početkom lipnja razvijene presadnice sade se na stalno mjesto. Važno je da se posade na približno istu dubinu na kojoj su rasle u lončićima kontejnera (Benko, 2017). Razmak prilikom sadnje iznosi 50 x 20 ili 50 x 40 cm, što ovisi o sorti i planiranom vremenu berbe (Lešić i sur., 2016). Zbog kasnije sadnje, celer se može saditi na površinu na kojoj je prethodno raslo ozimo ili proljetno povrće poput špinata, matovilca, luka srebrenca (Benko, 2017). Briga o celeru tijekom njegove vegetacije sastoji se od redovnog zalijevanja, obrade tla, uklanjanja korova i prihrane (Pavlek, 1985).

Zahtjevi za temperaturom kod celera nisu toliko veliki. Minimalna temperatura za klijanje sjemena je 3 do 4 °C, a optimalna 20 °C (Pavlek, 1985). Nadalje, sjeme može niknuti

već pri niskim temperaturama (4 do 5 °C), ali takve uvjete u uzgoju celera treba izbjegavati jer već u ranom uzrasnom stadiju mogu potaknuti cvatnju odnosno uzrokovati prijevremenu cvatnju. Zbog toga je u uzgoju presadnica celera nužno osigurati temperature više od 16 °C (Matotan, 2004). Temperatura za optimalan rast celera kod oblačnog vremena iznosi 18 °C, sunčanog 22 °C, a noću 12 °C. Prestanak rasta događa se kod minimalne temperature od 5 °C i maksimalne 30 °C. Celer je otporan prema niskim temperaturama i podnosi temperature od -5 do -6 °C (Pavlek, 1985).

Svjetlost je izuzetno važna za nicanje prilikom uzgoja presadnica (Hefer i sur., 2011). Također, Lešić i sur. (2016) navode da prema Rubatzky i sur. (1999) intenzitet svjetla pospješuje nakupljanje eteričnih ulja te utječe na okus i aromu lišća i korijena celera.

Prema odnosu na tlo, a ponajviše na količinu organske tvari, celer ima velike zahtjeve (Pavlek, 1985). Zahtijeva duboka propusna srednjeteška tla, neutralne reakcije, bogata humusom i dobrog kapaciteta za vodu i zrak (Lešić i sur., 2016) Hladna, teška tla poželjno je izbjegavati isto kao i laka, koja se brzo isušuju (Pavlek, 1985).

Plodored je u uzgoju celera obavezan. Celer se ne smije uzgajati na istoj površini 4 do 5 godina, a ne smije se uzgajati niti nakon drugih vrsta iz porodice štitarki (Lešić i sur., 2016). Dobre pretkulture su rajčica, kupus, paprika odnosno kulture koje se obilno gnoje (Hefer i sur., 2011). Problem u nepoštivanju plodoreda predstavljaju gljivične bolesti *Septoria apiicola* i *Phoma apiicola* te nematode (Parađiković, 2009).

Prema vlazi tla celer ima relativno velike zahtjeve tijekom cijele vegetacije. Nedostatak vlage naročito negativno utječe na kvalitetu korijena jer se povećava sadržaj celuloznih vlakana, a i prinos se značajno smanjuje (Matotan, 2004). Tijekom vegetacije potrebno je između 750 i 900 mm oborina (Benko, 2017).

### **2.2.3. Gnojidba**

Celer najbolje uspijeva na organogenim tlima, bogatim humusom. Mineralna tla treba gnojiti obilno organskim gnojivima (40 do 60 t/ha zrelog stajskog gnoja ili komposta). Tijekom duge vegetacije celer stvara veliku lisnu masu i zadebljali korijen, za što troši mnogo hraniva (Lešić i sur., 2016). Celer prinosom od 40-50 t/ha iznosi 120-200 kg/ha N, 90-100 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 300-350 kg/ha K<sub>2</sub>O. Optimalan omjer raspoloživosti hraniva tijekom vegetacije celera je 1:0,5:1,5 (Lončarić i sur., 2015).

Dinamika optimalne gnojidbe celera uključuje pažljivo postupno dodavanje dušika da razvoj lisne mase ne bude preintenzivan. Također, na alkalnim tlima potrebno je folijarno aplicirati bor 1-2 puta 0,5-1 %-tnom otopinom u količini 0,5-1 kg/ha B. Kod gnojidbe celera važno je slijedeće:

1. Osnovnom gnojidbom kompleksnim gnojivima dodaje se ukupna potreba fosfora i kalija.



2. Osnovnom i predsjetvenom gnojdbom treba unijeti  $\frac{1}{4}$  do  $\frac{1}{2}$  dušika tako da ukupno unesena količina ne bude više od 100 kg/ha N.

3. Ostatak potrebnog dušika dodati prihranama, prvu prihranu potrebno je provesti nakon ukorjenjivanja presadnica, a drugu prihranu prije zatvaranja reda lisnom masom.

Omjer hraniva u gnojdbi celera ovisi o opskrbljenosti tla fosforom i kalijem, a u uvjetima srednje opskrbljenosti tla fosforom i kalijem na srednje plodnim tlima prosječna je gnojdba za postizanje visokog prinosa 170-200:70-100:240-300 kg/ha N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O (Lončarić i sur., 2015).

#### **2.2.4. Vađenje, prinosi i čuvanje**

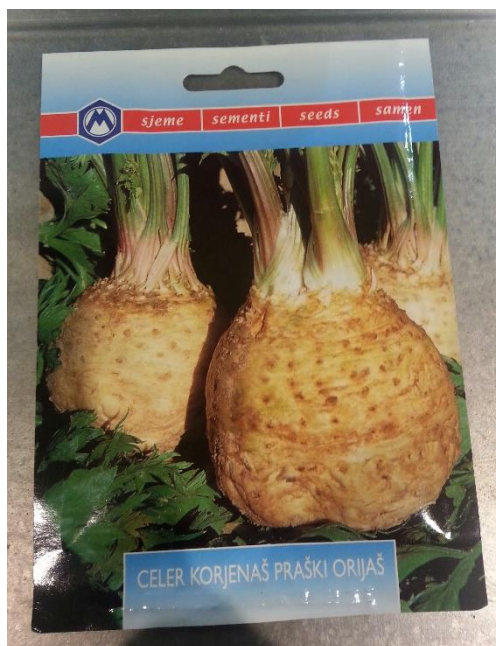
Celer korjenaš vadi se kada je zadebljali korijen mase između 300 i 700 g. Vađenje treba provesti pri suhom vremenu jer tada će se manje tla zadržati uz korijen, a to će olakšati kasnije čišćenje od sitnih korjenčića (Benko, 2017). S izvađenog korijena odstranjuje se lišće i bočno korijenje te se takav skladišti ili se pere i priprema za tržište (Matotan, 2004). Korijen se pri temperaturi od 0 do 2°C i relativnoj vlazi zraka od 92 do 98% može očuvati do 6 mjeseci, pa i dulje. Prinos celera korjenaša može biti od 30 do 50 t/ha (Parađiković, 2009).

#### **2.2.5. Sorte**

Najveće ekonomsko značenje u Hrvatskoj imaju sorte celera korjenaša. Sorte se međusobno razlikuju po obliku i veličini zadebljalog korijena, zatim po obraslosti postranim korjenčićima i unutarnjoj boji te strukturi korijena. Više se cijene sorte koje veći dio korijena razvijaju iznad površine tla, kod kojih se većina postranih korjenčića nalazi na donjem dijelu korijena, glatke površine korijena, izražene bijele boje unutrašnjosti koja se ne mijenja kuhanjem ili sušenjem te kompaktnije unutrašnjosti korijena bez šupljina. Također, poželjna svojstva kod sorata su otpornost na preranu cvatnju i najznačajnije bolesti (Matotan, 2004).

Najpoznatija sorta celera korjenaša je Praški orijaš (slika 6), stara češka sorta, koja se proizvodi i prodaje i u drugim europskim zemljama. Uz zadebljali korijen koristi se i lišće koje je vrlo bujno i brojno. Kod novijih sorti koje su selekcionirane prvenstveno za zadebljali korijen lišće je srednje bujno, a zadebljali korijen krupan okrugao ili ovalan (Lešić i sur., 2016).

Parađiković (2009) navodi i slijedeće sorte: Prinz F<sub>1</sub>, Monarch F<sub>1</sub>, Ilona F<sub>1</sub>, Neve F<sub>1</sub>, a Matotan (2004) spominje sorte Rex, Diamant, Cascade te Mentor.



Slika 6. Sorta celera korjenaša Praški orijaš  
(2017)

### 2.2.6. Hranidbena i zdravstvena vrijednost

Od celera korjenaša za hranu upotrebljava se aromatični zadebljali korijen i aromatični listovi (Pavlek, 1985). Zadebljali korijen kuha se u juhama i umacima, nariban se miješa u svježe salate, a kuhani u francusku salatu (Lešić i sur., 2016). No, kako je celer dvogodišnja biljka, u drugoj godini njegov korijen postane drvenast te nije pogodan za upotrebu (Veljković i Bisenić, 1988). Lišće se koristi kao dodatak juhama i umacima. Sušenjem i zamrzavanjem, lišće se konzervira. Korijen se također konzervira zamrzavanjem, ali se češće marinira, nariban na rezance ili narezan na ploške (Lešić i sur., 2016).

Lešić i sur. (2016) navode da je kemijski sastav zadebljalog korijena celera korjenaša gledajući njegovu funkciju kao biljnog organa kako prikazuje tablica 1:

Tablica 1. Kemijski sastav zadebljalog korijena celera korjenaša (Lešić i sur., 2016)

Glavni sastojci	%
Voda	84,0 – 90,5
Sirove bjelančevine	0,7 – 2,0
Sirove masti	0,2 – 0,46
Ugljikohidrati	4,8 – 11,8
Šećeri	- 2,2
Vlakna	1,01 – 1,4
Minerali	0,91 – 0,97

Iz tablice 1. vidljivo je da su osnovni sastojci korijena, koji ga čine vrijednom namirnicom, pored visoko zastupljene vode i: sirove bjelančevine, sirove masti, ugljikohidrati, šećeri, vlakna te minerali.

Zastupljenost pojedinog minerala u korijenu celera korjenša prikazana je u tablici 2.

Tablica 2. Zastupljenost minerala u zadebljalom korijenu celera korjenša (Lešić i sur., 2016)

Mineral	mg/100 g svježe tvari
Kalij	276 – 350
Magnezij	9,3
Kalcij	35 – 88
Željezo	0,09 – 1,00
Fosfor	28 – 115

Iz tablice 2. vidljivo je da je kalij najzastupljeniji mineral u korijenu, a željezo je najmanje zastupljeno.

Vitamina u celeru ima razmjerno malo. Još najviše ima vitamina C, a to je u korijenu 7 – 11 mg/100 g svježe tvari (Lešić i sur., 2016).

Energetska vrijednost celera je vrlo niska. Kranjčević (2014) navodi da 100 g korijena sadrži 40 kcal, a 100 g listova samo 24 kcal.

Celer se odlikuje značajnom zdravstvenom vrijednošću, ponajviše u pospješivanju rada bubrega, za poboljšanje cirkulacije i smanjenje šećera u krvi (Matotan, 2004). Nadalje, povoljno utječe na apetit te probavu hrane, a upotrebljava se i u dijetnim režimima prehrane zbog niske energetske vrijednosti (Trajčevski, 2012). Ljekoviti su svi dijelovi biljke (Kranjčević, 2014). Međutim, treba napomenuti da pretjerana upotreba celera kod nekih ljudi može stvoriti kamenac u bubregu te da su neki ljudi alergični na prehranu s celerom (Trajčevski, 2012).

## 2.3. Kalij

### 2.3.1. Povijest kalija

Kalij je alkalijski metal i kemijski element 1. (I.A) skupine periodnog sustava. Kalijev karbonat ( $K_2CO_3$ ) bio je poznat još od biblijskih vremena, a koristio se za dobivanje sapuna. Za kalijev nitrat ( $KNO_3$ ) znali su Kinezi prije mnogo stoljeća te su ga koristili za dobivanje baruta. Kada je otkrivena razlika između spojeva natrija i kalija, 1796. godine, M. H. Klaproth je za novi element predložio naziv kalij (lat. *Kalium*) kojem je porijeklo u arapskoj riječi *kali* – pepeo. Godine 1807. H. Davy uspio je dobiti elementarni kalij elektrolizom taline kalijevog hidroksida. Bio je to ujedno i prvi alkalijski element dobiven u elementarnom stanju. Otkrićem velikih nalazišta kalijevih spojeva kod Strassfurta u Njemačkoj, 1839. godine, riješen je problem dobivanja dovoljnih količina kalijeva nitrata za barut, a omogućena je i šira primjena kalijevih

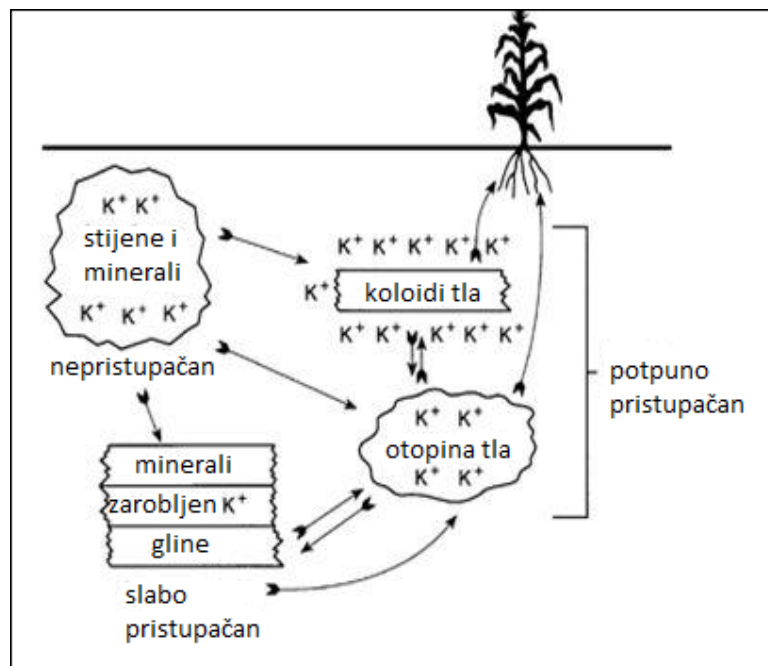
spojeva kao mineralnih gnojiva. Na engleskom jeziku kalij se naziva *potassium*, što je izvedeno iz složenice riječi *pot* (lonac) i *ash* (pepeo) – *potaša*, prema starom nazivu za kalijev karbonat koji se dobiva iz pepela drveća (Kovačević i Žugaj, 1996). Tijekom kolonijalnih vremena, ljudi su spaljivali drvo i drugu organsku tvar u loncima kako bi proizveli sapun. Pepeo su ispirali i nakon što je voda isparila, ostali bi ostaci kalijevih soli koje su nazivali „potashes“ ili potash. Te su soli kuhali sa životinjskom masti kako bi proizveli sapun (Prajapati i Modi, 2012).

### 2.3.2. Kalij u tlu

U tlu postoje četiri različita izvora kalija. Najveća komponenta, 90 – 98 %, su minerali tla. Primjerice, feldspati, liskuni (tinjci) i drugi. Drugi izvor kalija je neizmjenjiv (fiksiran) kalij, 1 – 10 %, a povezuje se s 2:1 mineralima gline. Neizmjenjiv (fiksiran) kalij predstavlja pričuvni (rezervni) izvor kalija u tlu. Treći izvor kalija, 1 – 2 %, jest izamjenjiv (lako dostupan kalij) i nalazi se na adsorpcijskom kompleksu tla ili u otopini tla. Kalij iz otopine tla je dostupan biljkama i one ga usvajaju pomoću korjenovog sustava, a zatim ga zamjenjuje kalij s adsorpcijskog kompleksa tla. Četvrti izvor kalija u tlu je kalij sadržan u organskoj tvari i unutar mikrobiološke populacije tla. Ovaj izvor kalija u tlu pruža vrlo malo kalija potrebnog za rast biljaka (Prajapati i Modi, 2012).

S gledišta optimalne ishrane biljaka kalijem i s tim u vezi racionalne primjene kalijevih gnojiva vrlo je važno poznavati dinamiku kalija u tlu. Dinamiku kalija u tlu, prije svega, određuju njegova fiksacija, adsorpcija i desorpcija. Spomenuti procesi usko su povezani s topljivošću i pristupačnošću kalija biljkama (Kastori i sur., 2013).

U tlu postoje tri oblika kalija: nepristupačan (minerali), slabo pristupačan (fiksiran) i potpuno pristupačan (K u otopini tla ili vezan na adsorpcijskom kompleksu tla) (Butorac, 1999; Prajapati i Modi, 2012). Odnos između ovih oblika prikazan je na slici 7.



Slika 7. Odnos između nepristupačnog, slabo pristupačnog i potpuno pristupačnog kalija u sustavu tlo – biljka

(Prajapati i Modi, 2012)

#### Nepristupačan kalij

Ovisno o tipu tla, oko 90 – 98% od ukupnog kalija nalazi se u ovom obliku. Feldspati i liskuni (tinjci) su minerali koji sadrže većinu kalija. Biljke ga u ovom obliku ne mogu koristiti. Tijekom dužeg vremenskog perioda ovi se minerali raspadaju i kalij se oslobađa. Ipak, ovaj proces je prespor da bi zadovoljio ukupne potrebe biljaka za kalijem. Kako se minerali raspadaju, dio kalija odlazi u slabo pristupačan „pool“, a dio u potpuno pristupačan „pool“ (slika 7) (Prajapati i Modi, 2012).

#### Slabo pristupačan kalij

Kalij zarobljen između slojeva minerala gline te se zato često naziva fiksirani kalij. Biljke ne mogu koristiti mnogo kalija u ovom obliku tijekom jedne vegetacije. Služi kao rezerva kalija u tlu. Slabo pristupačan kalij može prijeći u potpuno pristupačan i obrnuto (slika 7). Količina fiksiranog kalija ovisi o tipu glinenih minerala koji dominiraju u tlu (Prajapati i Modi, 2012).

#### Potpuno pristupačan kalij

Kalij koji se nalazi u otopini tla i kalij na adsorpcijskom kompleksu tla. Kalij iz otopine tla biljke mogu odmah absorbirati. Kada se koncentracija kalija u otopini tla smanji otpušta se kalij s adsorpcijskog kompleksa i nadoknađuje manjak (Prajapati i Modi, 2012).

Između oblika kalija u tlu postoji stanje dinamičke ravnoteže, a rezimirano to izgleda ovako:



Stupanj prelaska jednog oblika kalija u drugi oblik kalija pod utjecajem je faktora poput usvajanja kalija korijenom, primjene kalijevih gnojiva, vlage tla i temperature tla (Prajapati i Modi, 2012).

Ukupna količina kalija u tlima prilično je visoka te u prosjeku iznosi 0,2 – 3,0% što za oranični sloj do 20 cm dubine iznosi između 10 i 50 t/ha. Viši sadržaj kalija imaju teška, glinasta tla, dok su organske rezerve kalija vrlo male. Humus sadrži manje od 0,1% kalija, stoga je za ishranu bilja isključivo odgovoran kalij na adsorpcijskom kompleksu. Izmjenjiva količina kalija u tlu prosječno je 40 – 400 ppm što je oko 2% prosječnog kapaciteta adsorpcije. Za ishranu bilja smatra se najpovoljnijim kada je na adsorpcijskom kompleksu 2,0 – 3,5% K, a po nekim istraživačima 3 – 5% K. Na kalij u vodenoj fazi tla otpada svega oko 1% izmjenjivo vezanog kalija u nekom tlu (Vukadinović i Vukadinović, 2011).

### 2.3.3. Kalij u biljci

Kalij je neophodan element biljne ishrane. Njegova fiziološka uloga kasno je rasvijetljena obzirom da nije građevni element niti jednog spoja žive tvari (Vukadinović i Vukadinović, 2011). Kastori i sur. (2013) navode kako se za razliku od neophodnih elemenata koji u pravilu sudjeluju u izgradnji organske tvari biljke, kalij prvenstveno može smatrati „funkcionalnim elementom“. Prajapati i Modi (2012) navode prema Van Brunt i Sultenfuss (1998) kako je kalij potreban za brojne procese u rastu biljke, pa tako važnu ulogu ima u:

- |                                |                              |
|--------------------------------|------------------------------|
| 1. aktivaciji enzima           | 5. transportu vode i hraniva |
| 2. otvaranju i zatvaranju puči | 6. sintezi proteina          |
| 3. fotosintezi                 | 7. sintezi škroba            |
| 4. transportu šećera           | 8. kvaliteti usjeva          |

#### 1. aktivacija enzima

Kalij aktivira oko 60 različitih enzima uključenih u rast biljke (Van Brunt i Sultenfuss, 1998; Prajapati i Modi, 2012). Ion kalija veže se za enzim, mijenja njegovu konformaciju, što dovodi do aktivacije enzima. Kalij aktivira ligaze (sintetaze) koje kataliziraju povezivanje dviju molekula uz sudjelovanje ATP, oksidoreduktaze koje kataliziraju prenošenje elektrona s jedne molekule na drugu, transferaze koje prenose funkcionalne grupe to jest odstranjuju grupe s jedne molekule i vežu ih za drugu molekulu (tablica 3). Pored navedenog, kalij aktivira i brojne druge enzime te je zbog toga nužan za sintetske procese i brojne reakcije metabolizma energije (Kastori i sur., 2013).

Tablica 3. Neki enzimi koje aktivira K<sup>+</sup> (Kastori i sur., 2013)

Ligaze	Oksidoreduktaze	Transferaze
acetil-CoA sintetaza	glicerol dehidrogenaza	fruktokinaza
NAD sintetaza	malat dehidrogenaza	adenil kinaza
glutation sintetaza	nitrat-reduktaza	piruvat kinaza
malat enzim	sukcinat dehidrogenaza	fosfoheksokinaza
sintetaza škroba	izocitrat dehidrogenaza	peptidiltransferaza
saharoza fosfat sintezeza		heksokinaza

Također, kalij neutralizira različite anione i druge spojeve unutar biljke, pomažući stabilizaciju pH između 7 i 8, što je optimalno za većinu enzimatskih reakcija. Količina kalija prisutnog u stanici određuje koliko će se enzima aktivirati i brzinu kojom će se kemijska reakcija odvijati. Dakle, brzina reakcije kontrolirana je stopom ulaska kalija u stanicu (Van Brunt i Sultenfuss, 1998; Prajapati i Modi, 2012).

## 2. otvaranje i zatvaranje puči

Povećanje koncentracije kalija u stanicama zapornicama ima za posljedicu povećanje osmotskog potencijala i time usvajanje vode od strane stanica zapornica. Shodno tome, povećava se i turgorov pritisak u stanicama zapornicama što dovodi do otvaranja puči. Puči se zatvaraju u mraku ili pod utjecajem ABA (apscizinske kiseline), pri čemu dolazi do izbacivanja kalija i pratećih aniona iz stanica zapornica, smanjenja osmotskog potencijala i turgorovog pritiska (Kastori i sur., 2013).

Pravilno funkcioniranje puči neophodno je za fotosintezu, transport vode i hranivih tvari te hlađenje biljaka (Van Brunt i Sultenfuss, 1998; Prajapati i Modi, 2012).

## 3. fotosinteza

Uloga kalija u fotosintezi je kompleksna. Aktivacija enzima kalijem i njegovo sudjelovanje u produkciji adenzin trifosfata (ATP) vjerojatno su više važniji u regulaciji stope fotosinteze nego njegova uloga u aktivnosti puči. Kada biljke nemaju dovoljno kalija, stopa fotosinteze i stopa produkcije ATP-a su smanjene, i svi procesi ovisni o ATP-u se usporavaju. Suprotno tome, disanje biljaka se povećava što također pridonosi sporijem rastu i razvoju (Van Brunt i Sultenfuss, 1998; Prajapati i Modi, 2012).

## 4. transport šećera

Kalij utječe na transport asimilata (Kastori i sur., 2013). Šećeri proizvedeni u fotosintezi moraju se transportirati kroz floem u druge dijelove biljke za iskorištavanje i skladištenje. Transportni sustav biljke koristi energiju u obliku ATP-a. Ukoliko je nedovoljno kalija, manje ATP-a je dostupno i transportni sustav se raspada. To uzrokuje nakupljanje asimilata u lišću i smanjenje stope fotosinteze. Zbog toga je normalan razvoj organa za pohranu energije, poput

zrnja, usporen. Adekvatna opskrba kalijem pridonosi održavanju normalnog funkcioniranja svih tih procesa i transportnih sustava (Van Brunt i Sultenfuss, 1998; Prajapati i Modi, 2012).

#### 5. transport vode i hraniva

Kalij ima važnu ulogu i u transportu vode i hranivih tvari po cijeloj biljci putem ksilema. Kada je oslabljena opskrba biljke kalijem, translokacija nitrata, fosfata, kalcija, magnezija i aminokiselina je smanjena. Kao i kod transporta floemom, uloga kalija u transportu ksilemom često je povezana sa specifičnim enzimima i biljnim hormonima rasta. Bogata opskrba kalijem neophodna je za učinkovit rad tih transportnih sustava (Van Brunt i Sultenfuss, 1998; Prajapati i Modi, 2012).

#### 6. sinteza proteina

Kalij je potreban za svaki veliki korak sinteze proteina. „Čitanje“ genetskog koda u biljnoj stanici za proizvodnju proteina i enzima koji reguliraju sve procese rasta bilo bi nemoguće bez adekvatne količine kalija. Kada biljke ne sadrže dovoljno kalija, proteini se ne sintetiziraju usprkos obilju dostupnog dušika. Umjesto toga, prekursori kao što su aminokiseline, amidi i nitrati se akumuliraju. Enzim nitrat reduktaza katalizira stvaranje proteina, a kalij je po svoj prilici odgovoran za njegovu aktivaciju i sintezu (Van Brunt i Sultenfuss, 1998; Prajapati i Modi, 2012).

#### 7. sinteza škroba

Kalij aktivira enzim škrob sintetazu koji je odgovoran za sintezu škroba. Stoga, manjak kalija uzrokuje opadanje razine škroba dok se topivi ugljikohidrati i dušični spojevi nakupljaju. Fotosintetska aktivnost također utječe na brzinu formiranja šećera za krajnju proizvodnju škroba. Dovoljne količine kalija pridonose učinkovitom premještanju škroba s mjesta proizvodnje u skladišne organe (Van Brunt i Sultenfuss, 1998; Prajapati i Modi, 2012).

#### 8. kvaliteta usjeva

Kalij ima značajnu ulogu u povećanju kvalitete usjeva. Visoka razina dostupnog kalija poboljšava fizičku kvalitetu, otpornost na bolesti, rok trajanja voća i povrća za ljudsku prehranu i hranjivu vrijednost žitarica i krmnih kultura. Također, poboljšava se kvaliteta vlakana pamuka. Kalij utječe i na kvalitetu usjeva na polju, prije žetve, na primjer smanjuje polijeganje žitarica ili povećava otpornost mnogih usjeva na hladnoću. Nedostatak kalija može uzrokovati smanjeni potencijal i kvalitetu prinosa puno prije nego što se pojave vidljivi simptomi. Ova „skrivena glad“ (eng. „hidden hunger“) oduzima zaradu poljoprivredniku koji ne uspijeva održati razinu kalija tla u dovoljno visokom rasponu kako bi se dostavile adekvatne količine kalija u svakom trenutku tijekom vegetacije. Čak i kratka razdoblja nedostatka kalija, osobito tijekom kritičnih razvojnih stadija, mogu uzrokovati ozbiljne gubitke (Van Brunt i Sultenfuss, 1998; Prajapati i Modi, 2012).

Kalij se u biljnoj stanici pretežno nalazi u ionskom obliku u staničnom soku ili je labilno vezan za organsku tvar, na primjer za proteine (Kastori i sur., 2013). Njegova koncentracija u biljkama dostiže ponekad 5% na suhu tvar pa ga biljke zahtijevaju gotovo koliko i dušika (2 –



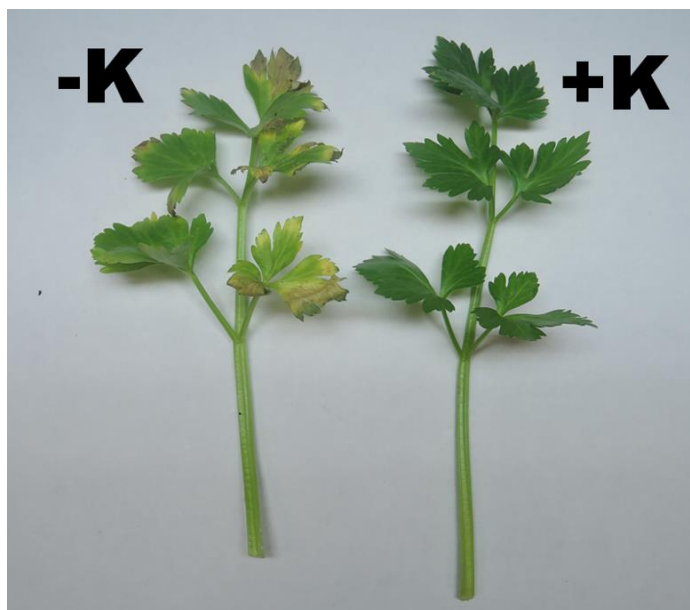
5% u ST), a neke kaliofilne vrste i mnogo više (Vukadinović i Vukadinović, 2011). Biljka kalij dobro usvaja iz tla, ali i preko lista, prilikom folijarne gnojidbe (Gluhić, 2013).

Ukoliko biljci nedostaje kalij na početku vegetacije, biljka samo zaostaje u porastu (slika 8), kloroza i nekroza (slika 9) te drugi simptomi nedostatka javljaju se kasnije (Kastori i sur., 2013). Kako se kalij može mobilizirati u mlađe listove, simptomi nedostatka primarno se javljaju na starijim listovima. Vidljivi simptom njegovog nedostatka je pjegava ili rubna kloroza koja se razvija u nekrozu na vrhu i rubovima lista te između žila (Pevalek-Kozlina, 2003; Barker i Pilbeam, 2015). Može se pojaviti i kovrčanje te nabiranje listova (Pevalek-Kozlina, 2003). Mladi listovi su manji (Kastori i sur., 2013). Stabljike biljaka izloženih nedostatku kalija mogu biti nježne i mlitave, s abnormalno kratkim internodijima (Pevalek-Kozlina, 2003; Barker i Pilbeam, 2015). Korijen ostaje kratak, slabo se grana, smanjuje se broj i veličina korjenovih dlačica (Kastori i sur., 2013; Barker i Pilbeam, 2015). Biljke imaju snižen turgor i djeluju uvenulo (Vukadinović i Vukadinović, 2011). Znakovi suviška kalija javljaju se izuzetno rijetko (Kastori i sur., 2013).



Slika 8. Usporedba biljke celera dobro opskrbljene kalijem (lijevo) i biljke celera nedovoljno opskrbljene kalijem, vidljiv zaostanak u rastu (desno)

(Web 2)



Slika 9. Usporedba lista s biljke celera dobro opskrbljene kalijem (desno) i lista s biljke celera nedovoljno opskrbljene kalijem, vidljiva nekroza na rubovima lista (lijevo)

(Web 3)

#### 2.3.4. Kalij u čovjeku

Kalij je elektrolit i, nakon kalcija i fosfora, najzastupljeniji mineral u ljudskom organizmu (Ashwell i sur., 2008). Organizam sadrži od 160 do 200 g kalija (Medić-Šarić i sur., 2000). Gotovo sav kalij nalazi se unutar stanica (Ashwell i sur., 2008). U stanici ga ima 98%, a izvan stanice svega 2% (Medić-Šarić i sur., 2000). Važnost kalija, kao i ostalih elektrolita, ogleda se u prijenosu živčanih impulsa, kontrakciji mišića te regulaciji otkucaja srca i krvnog tlaka. Nadalje, kalij određuje količinu vode u stanicama, a natrij izvan njih, tako da ta dva minerala reguliraju ravnotežu tjelesnih tekućina. Također, kalij omogućuje pretvaranje glukoze u glikogen (oblik u kojem se ona skladišti u jetri i mišićima). Kalij potiče i mokrenje pa pomaže u uklanjanju toksičnih spojeva i produkata metabolizma iz organizma (Ashwell i sur., 2008).

Kalij je prilično zastupljen u hrani, naročito u povrću te voću. Nakon što je putem hrane unesen u organizam, kalij se apsorbira u tankom crijevu gotovo u potpunosti (90%). Izlučuje se preko bubrega urinom, a minimalne količine izlučuju se fecesom, slinom i znojem, preko žuči i soka gušterače (Medić-Šarić i sur., 2000). Povećano izlučivanje kalija uočeno je u stresnom stanju, tijekom mršavljenja te dugotrajnog proljeva i povraćanja. Pored toga, brojni lijekovi mogu poticati izlučivanje kalija preko mokraćne, na primjer diuretici. Zdrava odrasla osoba tijekom dana izluči oko 3 do 4 g kalija. Kako bi se održala fiziološka ravnoteža dnevni unos kalija treba biti iznad ili na istom nivou i u ravnoteži s njegovim izlučivanjem (Kastori i sur., 2013).

Nedostatak kalija (hipokalemija) definira se kao stanje kada je njegova koncentracija u organizmu ispod normalne vrijednosti, a suvišak (hiperkalemija) kada je iznad te vrijednosti

(Kastori i sur., 2013). Prema Medić-Šarić i sur. (2000) normalna vrijednost kalija u krvi je između 3,5 i 5,5 milimola po litri krvi (mmol/L). Njegov nedostatak u prehrani ljudi učestaliji je od njegovog suviška. Uzrok hipokalemije može biti nedovoljan unos i usvajanje kalija, a najčešće poremećena funkcija i kronično oboljenje bubrega, želudca i crijevnog trakta i s tim u vezi povećano izlučivanje kalija. Unos kalija je nedovoljan osobito u ruralnim krajevima i u zemljama u razvoju gdje najveći dio hrane čine proizvodi od žitarica koje imaju nizak sadržaj kalija. Također, u novije vrijeme prevladava prehrana s prerađevinama na račun svježeg povrća i voća, što dodatno utječe na nedostatak kalija u organizmu. Simptomi nedostatka kalija su malaksalost, umor, slabost mišića, zatvor. U težim slučajevima dolazi do gubitka svijesti i poremećaja u srčanom ritmu. Do prekomjernog nakupljanja kalija može doći njegovim pojačanim unosom u organizam ili smanjenjem izlučivanja preko bubrega. Posljednje navedeno je najčešći slučaj. Hiperkalemija se uglavnom javlja kod bubrežnih bolesnika (Kastori i sur., 2013). Simptomi hiperkalemije se odnose na probleme s mišićima i srčane tegobe (Ashwell i sur., 2008).

### 3. Materijali i metode

Kupnjom svježih korijena celera korjenša prikupljeni su materijali za kemijsku analizu u svrhu određivanja količine kalija važnog u prehrani ljudi. Cilj uzorkovanja bio je prikupiti ukupno šest uzoraka, od koji svaki sadrži šest korijena celera. Posjećena prodajna mjesta bila su gradska tržnica, supermarketi i trgovine u kojima se prodaju ekološki proizvodi. Uzorkovanje je provedeno 27. studenog 2016. godine. Mjesto uzorkovanja je grad Zagreb. U laboratoriju Zavoda za ishranu bilja, Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu uzorci su upisani u matičnu knjigu uzoraka, dodijeljeni su im analitički brojevi i provedena je kemijska analiza korijena celera.

#### 3.1. Materijali

Uzorak označen kao celer 1 kupljen je na gradskoj tržnici Dolac. Prema informacijama dobivenim od prodavača uzorak je iz „proizvodnje na malo“, za vlastite potrebe i prodaju na tržnici. U uzgoju je provedena gnojidba samo stajskim gnojem, bez primjene folijarnih gnojiva. Mjesto proizvodnje je Granešina. Kupljena je količina od 6 korijena celera.

Oznaka celer 2 predstavlja uzorak s gradske tržnice Dolac, kupljen kod drugog prodavača. Prodavač je dao informaciju da je uzorak iz „domaće proizvodnje“, odnosno organskog uzgoja. Također, da je u uzgoju za gnojidbu korišten stajski gnoj, a folijarna gnojiva i sredstva za zaštitu bilja nisu primjenjivana te da je proizvod ubran dan ranije. Mjesto proizvodnje je Turopolje. Kupljena je količina od 6 korijena celera.

Uzorak označen kao celer 3 uzorkovan je u supermarketu Konzum. Predstavlja sortu Diamant, II. klasa. Proizvođač je CESAR-CESAR d.o.o. Mjesto proizvodnje je Dugo selo, Kolarova 17, Obedišće. Zemlja podrijetla je Hrvatska. Godina proizvodnje: 2016. Navedeni podaci su s deklaracije koja je bila zalijepljena na kutiji s celerom. Kupljena je količina od 6 korijena celera.

Uzorak označen kao celer 4 je iz supermarketa Billa. Predstavlja sortu Diamant, II. klasa, veličina 500-1000 grama. Proizvođač je Bios d.o.o. kooperacija, otkup. Mjesto proizvodnje je Biškupečka b.b., 42000 Varaždin, R. Hrvatska. Zemlja podrijetla je Hrvatska. Godina berbe: 2016. . Navedeni podaci su s deklaracije koja je bila zalijepljena na kutiji s celerom. Kupljena je količina od 6 korijena celera.

Oznaka celer 5 predstavlja uzorak iz trgovine ekoloških proizvoda bio&bio. Prema podacima s deklaracije, koja je bila zalijepljena na kutiji s celerom, radi se o ekoproizvodu II. klase. Proizvođač i mjesto proizvodnje je OPG Veselić Ivan, Novo Selo, Vukovarska 24, Topolovac 44202. Pakira i stavlja na tržište: BIOVEGA d.o.o., Ilica 72, 10000 Zagreb. Zemlja podrijetla je Hrvatska. Kupljen je veći broj korijena celera iz razloga što su plodovi bili znatno manji u odnosu na ostale uzorke.

Uzorak označen kao celer 6 je iz trgovine s ekološkim proizvodima u vlasništvu Eko Sever proizvodnje d.o.o., što znači da je proizvodnja ekološka i stoga proizvodi imaju oznaku „eko“. Mjesto proizvodnje je Ekološko poljoprivredno gospodarstvo Sever, Ulica Biskupa Langa 31, Lepšić, 10310 Ivanić Grad. Kupljena je količina od 6 korijena celera.

## 3.2. Metode rada

### 3.2.1. Priprema uzoraka biljnog materijala

Dostavljeni uzorci analizirani su u triplikatu (po dva korijena s istog prodajnog mjesta). Uzorci su nakon čišćenja, guljenja i rezanja na manje komade dodatno usitnjeni u sjeckalici (slike 10, 11, 12).



Slika 10. Guljenje i rezanje korijena celera

(2017)



Slika 11. Tri ponavljanja uzorka

(2017)



Slika 12. Usitnjavanje uzorka u sjeckalici

(2017)

### 3.2.2. Vaganje i sušenje uzoraka

Nakon pripreme uzoraka provedeno je vaganje. Prvo su vagane prazne keramičke zdjelice odnosno tare (slika 13), a zatim tare s vlažnim uzorkom (slika 14). Sljedeći korak bio je sušenje uzoraka u sušioniku/termostatu na 105°C do konstante mase (slike 15, 16 i 17). Podaci o masi prazne tare, tare sa vlažnim i tare sa suhim uzorkom potrebni su za izračun ukupne suhe tvari. Suha tvar izračunata je prema formuli u kojoj se podatak dobiven oduzimanjem mase tare od mase tare sa suhim uzorkom, dijeli podatkom o masi tare oduzetim od tare s vlažnim uzorkom i cijeli se omjer množi sa 100.

$$\% \text{ SUHE TVARI} = ((\text{tara} + \text{suh} \text{ uzorak}) - \text{tara}) / (\text{tara} + \text{vlažni uzorak}) - \text{tara}) * 100$$

Na kraju su osušeni uzorci samljeveni u prah pomoću električnog mlinca (slika 18) i stavljani u papirnate vrećice.



Slika 13. Vaganje prazne keramičke zdjelice Slika 14. Vaganje vlažnog uzorka

(tare)

(2017)

(2017)



Slika 15. Uzorci pripremljeni za sušenje na 105°C Slika 16. Termostat

(2017)

(2017)



Slika 17. Uzorci osušeni do konstantne mase

(2017)



Slika 18. Suhi uzorak samljeven u prah

(2017)

### 3.2.3. Mokro spaljivanje uzoraka

Odvagani uzorci (0,5 grama) prebačeni su u teflonske posude u koje je potom dodano 7 mililitara nitratne ( $\text{HNO}_3$ ) i 1 mililitar perklorne kiseline ( $\text{HClO}_4$ ), koje razgrađuju biljni materijal. Mokro spaljivanje provedeno je u mikrovalnoj peći (slika 19), pri temperaturi 400 – 500°C. Postupak je trajao oko 60 minuta. Dobivena bistra otopina kvantitativno je prenesena u tikvice od 50 mililitara koje su dopunjene destiliranom vodom do oznake. Nakon toga otopina je prenesena u plastične posude za uzorke (slika 20).





Slika 19. Uzorci u mikrovalnoj peći  
(2017)



Slika 20. Staklene tikvice i plastične posude u koje su kvantitativno prenešeni uzorci nakon mokrog spaljivanja  
(2017)

#### **3.2.4. Mjerenje koncentracije kalija na plamenfotometru**

Na plamenfotometru (slika 21) određena je koncentracija kalijevih iona. Uređaj unosi određenu količinu otopine uzorka do plamena te se tada pobuđuju elektroni (vanjske ljuske metalnih iona) na prelazak na viši energetski nivo. Elektromagnetsko zračenje određene valne duljine emitira se prilikom povratka elektrona u osnovno energetsko stanje. Emitirano zračenje sakuplja se optičkim sustavom i usmjerava na detektor. Intenzitet zračenja odgovara koncentraciji ispitivanog elementa.



Na plamenfotometru je očitano ABS (otklon), a zatim je na dijagramu očitano mg K<sub>2</sub>O/100 mL. Daljnji izračun izgledao je ovako:

$$\% \text{K}_2\text{O} = \text{mg K}_2\text{O}/100 \text{ mL} * 0,1$$

$$\% \text{K} = \% \text{K}_2\text{O} : 1,205$$

Dobiveni podaci odnose se na koncentraciju kalija u suhoj tvari korijena celera.



Slika 21. Plamenfotometar  
(2017)

U svrhu usporedbe podataka dobivenih kemijskom analizom s podacima o preporučenom dnevnom unosu minerala kod odraslih, utvrđena količina kalija u suhoj tvari preračunata je u količinu kalija u svježoj tvari, odnosno količinu miligrama kalija na 100 grama svježe tvari što otprilike predstavlja dnevnu porciju jednog obroka. Drugim riječima preračun je potreban zato što se hrana konzumira kao svježe ili termički obrađena namirnica. Postotak kalija u svježoj tvari izračunava se dijeljenjem postotka kalija u suhoj tvari s faktorom suhe tvari.

PRERAČUN: 'količina u svježoj tvari' iz 'količine u suhoj tvari'

$$f_{\text{ST}} = 100 / \% \text{ST}$$

$$\% \text{K (u svježoj tvari)} = \% \text{K (u suhoj tvari)} / f_{\text{ST}}$$

\*minerali u svježoj tvari izražavaju se u mg/100 g svježe tvari (npr. 0,20 % K u svježoj tvari = 200 mg K/100 g svježe tvari)

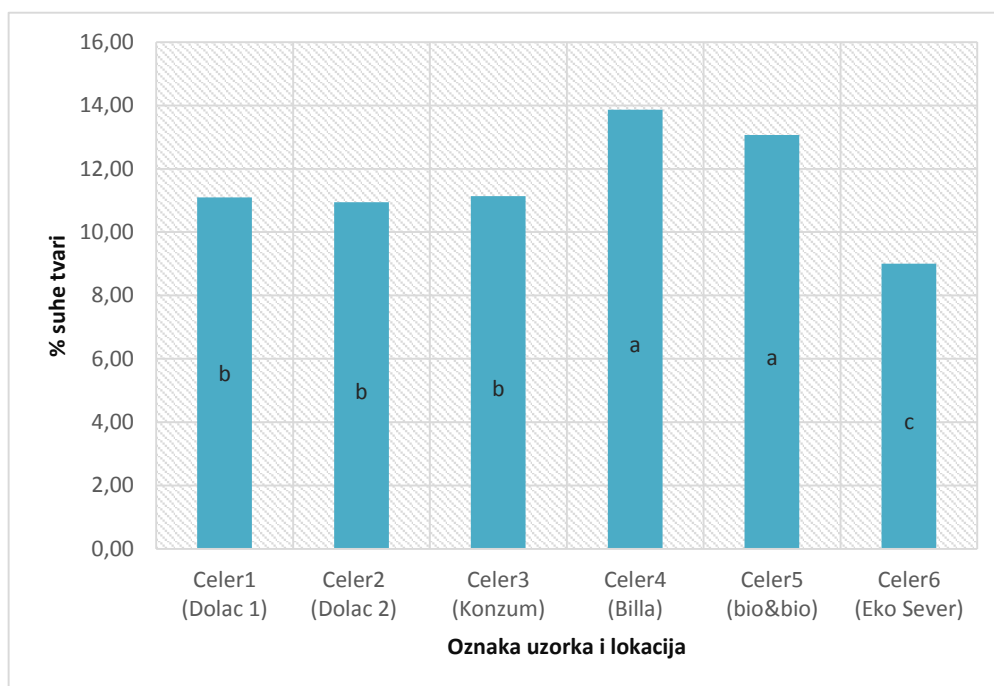
### **3.3. Obrada podataka**

Statistička obrada podataka pratila je model analize varijance (ANOVA) pomoću programa SAS. Za testiranje rezultata korišten je Tukeyev test signifikantnih pragova.

## 4. Rezultati i rasprava

### 4.1. Suha tvar u korijenu celera korjenaša

Količina suhe tvari u analiziranim uzorcima korijena celera korjenaša prikazana je na grafikonu 1. Količina suhe tvari kretala se u rasponu od 9,0 do 13,86%. Statistički najveća količina suhe tvari utvrđena je u uzorku Celer 4 (13,86%) i uzorku Celer 5 (13,07%). Nakon uzoraka Celer 4 i Celer 5 slijede uzorci Celer 3 (11,13%), Celer 1 (11,09%), Celer 2 (10,95%). Najmanja količina od 9,0% suhe tvari utvrđena je u uzorku Celer 6.

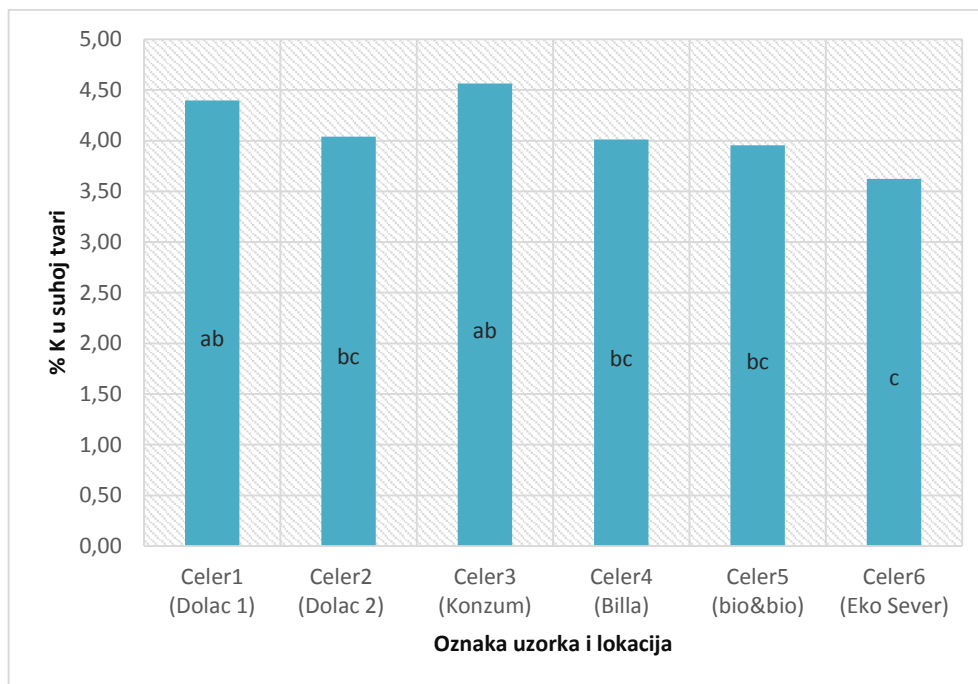


Grafikon 1. Količina suhe tvari u korijenu celera korjenaša

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

### 4.2. Kalij u korijenu celera korjenaša

Utvrđena količina kalija u suhoj tvari korijena celera korjenaša kretala se u rasponu od 3,62 do 4,56% K ST (grafikon 2). U uzorku Celer 3 (4,56% K ST) i Celer 1 (4,40% K ST) utvrđena je statistički značajno najveća količina kalija u suhoj tvari, a slijede Celer 2 (4,04% K ST), Celer 4 (4,01% K ST), Celer 5 (3,96% K ST). Najmanja količina od 3,62% K ST utvrđena je u uzorku Celer 6.



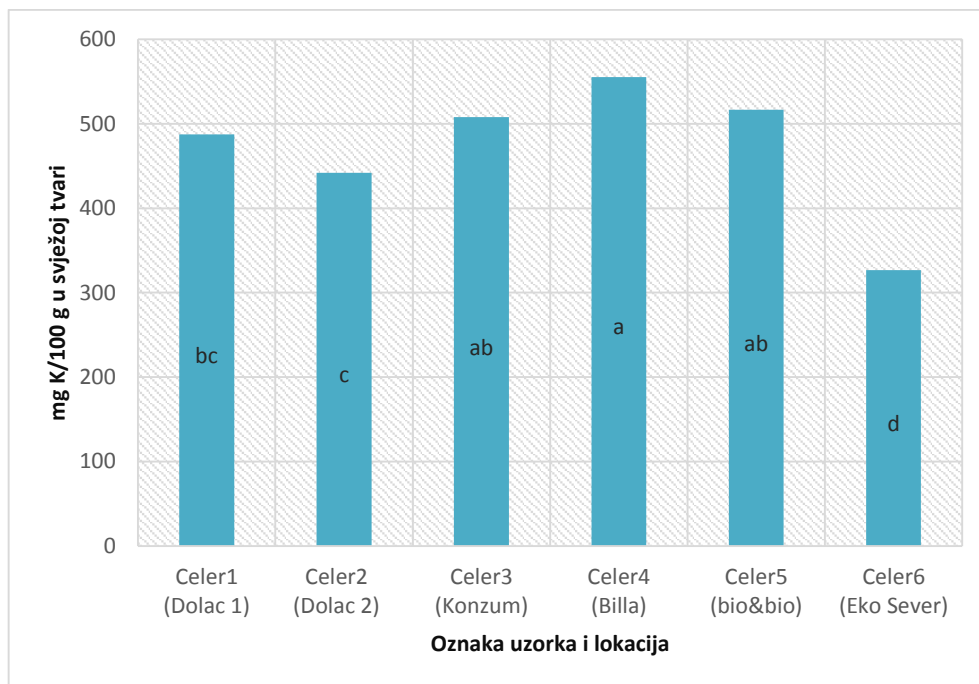
Grafikon 2. Količina kalija u suhoj tvari korijena celera korjenaša

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

Količina kalija u 100 g svježe tvari korijena celera korjenaša kretala se u rasponu od 327 do 555 mg (grafikon 3). Najveća i statistički značajna količina kalija u svježoj tvari utvrđena je u uzorku Celer 4 (555 mg K/100 g svježe tvari). Uzorci i njihove vrijednosti koje slijede su: Celer 5 (516 mg K/100 g svježe tvari), Celer 3 (508 mg K/100 g svježe tvari), Celer 1 (488 mg K/100 g svježe tvari), Celer 2 (442 mg K/100 g svježe tvari). Najmanja količina od 327 mg K/100 g svježe tvari utvrđena je u uzorku Celer 6.

Vrijednosti dobivene ovim istraživanjem uglavnom su znatno veće od onih navedenih u literaturi. Lešić i sur. (2016) navode da korijen celera korjenaša sadrži 276 – 350 mg K/100 g svježe tvari, a Maynard i Hochmuth (2007) navode da sadrži 300 mg K/100 g svježe tvari. Web izvori SELFNutritionData i USDA Food Composition Databases navode količinu 300 mg K/100 g svježe tvari u korijenu celera korjenaša.

Na količinu minerala u biljci utječu sorta, uvjeti tla, vremenski uvjeti tijekom vegetacije, upotreba gnojiva i stanje zrelosti u berbi (Ekholm i sur., 2007). Obzirom da je poznat način uzgoja celera (konvencionalni ili ekološki), poznato je i koja su gnojiva upotrebljena. U konvencionalnoj poljoprivredi dopuštena je upotreba mineralnih gnojiva, stoga je očekivana veća količina kalija u uzorcima celera uzgojenih na konvencionalan način. Rezultati ovog istraživanja potvrdili su očekivanja i u uzorcima celera uzgojenih na konvencionalan način utvrđena je najveća količina kalija. S druge strane, u uzorcima celera uzgojenih na ekološki način utvrđena je najmanja količina kalija. Naime, u ekološkoj poljoprivredi upotreba mineralnih gnojiva nije dopuštena.



Grafikon 3. Količina kalija u svježoj tvari korijena celera korjenaša

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

Uzimajući u obzir preporučene dnevne doze od 3510 mg kalija za odrasle osobe prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji (WHO), konzumacijom 100 g ispitivanih uzoraka celera zadovoljava se 13,90% (Celer 1), 12,59% (Celer 2), 14,47% (Celer 3), 15,81% (Celer 4), 14,70% (Celer 5) i 9,32% (Celer 6) dnevnih potreba za kalijem.

## 5. Zaključak

Ovim istraživanjem utvrđena je količina kalija u korijenu celera korjenaša uzorkovanog na različitim prodajnim mjestima u gradu Zagrebu koji je iz različitih uzgojnih sustava. Uzorci uzgojeni na konvencionalan način prikupljeni su u trgovačkim lancima Konzum i Billa, dok su uzorci uzgojeni na ekološki način prikupljeni iz trgovina bio&bio i Eko Sever. Također, uzorci uzgojeni na ekološki način, prema riječima prodavača, prikupljeni su i na gradskoj tržnici Dolac.

U istraživanim uzorcima celera, najveća ukupna količina suhe tvari utvrđena je u uzorku Celer 4 (13,86%) prikupljenom u trgovačkom lancu Billa i uzgojenom na konvencionalan način te u uzorku Celer 5 (13,07%) prikupljenom iz trgovine bio&bio i uzgojenom na ekološki način, a najmanja (9,00%) u uzorku Celer 6 prikupljenom iz trgovine Eko Sever i uzgojenom na ekološki način.

Najveća količina kalija u suhoj tvari utvrđena je u uzorku Celer 3 (4,56% K) prikupljenom u trgovačkom lancu Konzum i uzgojenom na konvencionalan način te u uzorku Celer 1 (4,40% K) prikupljenom na gradskoj tržnici Dolac i uzgojenom na ekološki način, a najmanja (3,62%) u uzorku Celer 6 prikupljenom iz trgovine Eko Sever i uzgojenom na ekološki način.

Najveća količina kalija u svježoj tvari (555 mg K/100 g svježe tvari) utvrđena je u uzorku Celer 4 prikupljenom u trgovačkom lancu Billa i uzgojenom na konvencionalan način, a najmanja (327 mg K/100 g svježe tvari) u uzorku Celer 6 prikupljenom iz trgovine Eko Sever i uzgojenom na ekološki način. Dobivene količine kalija u svježoj tvari celera veće su u odnosu na većinu dostupnih literaturnih navoda.

Konzumacijom 100 g celera iz ovog istraživanja može se podmiriti 9,32 do 15,81% dnevnih potreba za kalijem.

## 6. Popis literature

1. Ashwell M., Bussell G., Clasen L., Egginton J., Gibson S., Govindji A., McClenaghan J., Wilcock F. (2008). Vodič kroz vitamine, minerale i dodatke prehrani, Mozaik knjiga, Zagreb
2. Barker A.V., Pilbeam D.J. (2015). Handbook of Plant Nutrition, CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton
3. Benko B. (2017). Tri varijeteta celera za svačiji ukus, *Gospodarski list* 10: 30-31
4. Butorac A. (1999). Opća agronomija, Školska knjiga, Zagreb
5. Ekholm P., Reinivuo H., Mattila P., Pakkala H., Koponen J., Happonen A., Hellström J., Ovaskainen M.-L. (2007). Changes in the mineral and trace element contents of cereals, fruits and vegetables in Finland, *Journal of Food Composition and Analysis* 20: 487-495
6. Gelenčir J., Gelenčir J. (1991). Atlas ljekovitog bilja, Prosvjeta, Zagreb
7. Gluhić D. (2013). Uloga dušika, fosfora i kalija u ishrani vinove loze, *Glasnik zaštite bilja* 1/2013: 30-42
8. Hefer D., Kovačić I., Božić-Sumrak B. (2011). Proizvodnja celera u sustavu kap na kap, *Glasnik zaštite bilja* 4/2011: 66-73
9. Johnston A.E. (2003). Understanding potassium and its use in agriculture, European Fertilizer Manufacturers Association (EFMA), Brussels
10. Kastori R., Ilin Ž., Maksimović I., Putnik-Delić M. (2013). Kalijum u ishrani biljaka: kalijum i povrće, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad
11. Kovačević Lj., Žugaj I. (1996). Kemijski elementi: leksikonski priručnik, Media SCI, Zagreb
12. Kranjčević M. (2011). Celer – začini i narodni lijek, *Gospodarski list* 2: 50-51
13. Kranjčević M. (2014). Celer – ljekoviti ljubavnik, *Gospodarski list* 1: 56-57
14. Lešić R., Borošić J., Butorac I., Herak Ćustić M., Poljak M., Romić D. (2016). Povrčarstvo, Zrinski, Čakovec
15. Lešić R., Pavlek P., Borošić J. (1983). Povrće iz vlastitog vrta, Znanje, Zagreb
16. Lončarić Z., Parađiković N., Popović B., Lončarić R., Kanisek J. (2015). Gnojidba povrća, organska gnojiva i kompostiranje, Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Osijek
17. Matotan Z. (2004). Suvremena proizvodnja povrća, Nakladni zavod Globus, Zagreb
18. Maynard D.N., Hochmuth G.J. (2007). Knott's Handbook for Vegetable Growers, John Wiley & Sons, New Jersey
19. Medić-Šarić M., Buhač I., Bradamante V. (2000). Vitamini i minerali: istine i predrasude, F. Hoffmann - La Roche, Zagreb
20. Parađiković N. (2009). Opće i specijalno povrčarstvo, Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Osijek
21. Pavlek P. (1985). Specijalno povrčarstvo, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb

22. Pevalek-Kozlina B. (2003). Fiziologija bilja. Profil International, Zagreb
23. Prajapati K., Modi H.A. (2012). The importance of potassium in plant growth – a review, Indian Journal of Plant Sciences 1(02-03): 177-186
24. Rubatzky V.E., Yamaguchi M. (1997). World Vegetables: Principles, Production and Nutritive Values, Springer, Dordrecht
25. Šic Žlabur J., Voća S., Dobričević N. (2016). Kvaliteta voća, povrća i prerađevina – priručnik za vježbe, Agronomski fakultet, Zagreb
26. Toth N., Fabek S. (n.d.). Morfologija sjemena povrtnih vrsta, PowerPoint prezentacija s predavanja za studente, Zavod za povrčarstvo, Agronomski fakultet, Zagreb
27. Trajčevski T. (2012). *Septoria apicola* Spog – Uzročnik sive pjegavosti lišća celera i učinkovitost mjera zaštite, Glasnik zaštite bilja 4/2012: 46-50
28. Van Brunt J.M., Sultenfuss J.H. (1998). Functions of Potassium in Plants, Better Crops 82(3): 4-5
29. Veljković S., Bisenić Lj. (1988). Povrće: za zdravlje, u kulinarstvu, za lepotu, Dečje novine, Gornji Milanovac
30. Vukadinović V., Vukadinović V. (2011). Ishrana bilja, Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Osijek
31. Vuljanić L. (2018). Ljekovito bilje bogato kalijem, Gospodarski list 9: 74-75
32. WHO. (2012). Guideline: Potassium intake for adults and children, World Health Organization, Geneva

Web izvori:

1. SELFNutritionData  
<https://nutritiondata.self.com/facts/vegetables-and-vegetable-products/2394/2>  
 Pristupljeno: 15.7.2018.
2. USDA Food Composition Databases  
<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show?ndbno=11141&fg=11&man=&facet=&format=Abridged&count=&max=25&offset=150&sort=f&qlookup=&rptfrm=nl&nutrient1=306&nutrient2=&nutrient3=&subset=0&totalCount=767&measureby=g>  
 Pristupljeno: 15.7.2018.
3. Web 1  
<https://www.agroklub.com/sortna-lista/povrce/>  
 Pristupljeno: 20.8.2018.
4. Web 2  
<https://apps1.cdfa.ca.gov/FertilizerResearch/docs/Celery.html>  
 Pristupljeno: 25.8.2018.
5. Web 3  
<https://apps1.cdfa.ca.gov/FertilizerResearch/docs/Celery.html>  
 Pristupljeno: 25.8.2018.



## Životopis

Valentina Malnar rođena je 11. rujna 1993. godine u Zagrebu. Osnovnu školu završila je 2008. godine u Jastrebarskom. Iste godine upisuje srednju školu, smjer ekološki tehničar u Prirodoslovnoj školi Vladimira Preloga u Zagrebu. Maturirala je 2012. godine i tada upisuje preddiplomski studij Ekološka poljoprivreda na Agronomskom fakultetu u Zagrebu. Obranom završnog rada na temu „Primjena cvjetnih vrsta na balkonima“ 2015. godine završava preddiplomski studij i stječe titulu prvostupnice (baccalaureae) inženjerke ekološke poljoprivrede. Odmah potom nastavlja obrazovanje na istom fakultetu na diplomskom studiju Agroekologija – Mikrobna biotehnologija u poljoprivredi.