

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

**KOLIČINA FOSFORA U KORIJENU MRKVE NA TRŽIŠTU  
GRADA ZAGREBA**

DIPLOMSKI RAD

Ivona Pavić

Zagreb, rujan, 2018.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:  
Agroekologija

**KOLIČINA FOSFORA U KORIJENU MRKVE NA TRŽIŠTU  
GRADA ZAGREBA**

DIPLOMSKI RAD

Ivona Pavić

Mentor: doc. dr. sc. Marko Petek

Zagreb, rujan, 2018.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA  
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Ivona Pavić**, JMBAG 0178097976, rođena dana 21.12.1994. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

**KOLIČINA FOSFORA U KORIJENU MRKVE 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 Ivone Pavić, JMBAG 0178097976, naslova

**KOLIČINA FOSFORA U KORIJENU MRKVE NA TRŽIŠTU GRADA ZAGREBA**

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

Povjerenstvo:

potpisi:

1. doc. dr. sc. Marko Petek mentor

\_\_\_\_\_

2. doc. dr. sc. Sanja Fabek Uher član

\_\_\_\_\_

3. doc. dr. sc. Tomislav Karažija član

\_\_\_\_\_

## Zahvala

Prije svega, zahvaljujem mentoru doc. dr. sc. Marku Peteku na svim savjetima i pomoći pri izradi ovog diplomskog rada, te na strpljenju i vremenu koje je imao za mene.

Također zahvaljujem prijateljicama i prijateljima, koji su bili uz mene tokom studija i koji su mi učinili sve ove godine studiranja zabavnijima.

Posebno zahvalu pripisujem svojim roditeljima i bratu, koji su zbog svoje nesebičnosti, podrške i pružene ljubavi uvelike zaslužni za sve moje uspjehe. Zahvaljujem roditeljima na svim žrtvama koje su učinili kako bi moje školovanje učinili lakšim i ljepšim.

Veliko HVALA svima!

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Cilj istraživanja .....	2
2. Pregled literature.....	3
2.1. Mrkva .....	3
2.1.1. Morfološke i biološke karakteristike mrkve .....	3
2.1.2. Hranidbena i zdravstvena vrijednost mrkve .....	4
2.2. Fosfor.....	6
2.2.1. Fosfor u tlu.....	6
2.2.2. Uloga fosfora u biljnom organizmu .....	7
2.2.3. Količina fosfora u mrkvi.....	8
3. Materijali i metode .....	9
3.1. Uzorkovanje mrkve .....	9
3.2. Kemijska analiza mrkve .....	9
3.3. Obrada podataka .....	9
4. Rezultati i rasprava .....	10
5. Zaključak.....	16
6. Popis literature .....	17
Životopis.....	20

## Sažetak

Diplomskog rada studentice **Ivone Pavić**, naslova

### **KOLIČINA FOSFORA U KORIJENU MRKVE NA TRŽIŠTU GRADA ZAGREBA**

Mrkva je povrće iz porodice štitarki poznato po bogatstvu vitaminom A, a osim toga obiluje antioksidansima u obliku karotenoida i antocijana koji jačaju ljudski organizam i štite od infekcija i utjecaja slobodnih radikala. Upravo zbog velike količine vitamina A mrkva blagotvorno djeluje na zdravlje očiju. U prehrani ljudi mrkva je bitna jer ima veliku hranidbenu i zdravstvenu vrijednost. Osim toga u kozmetičkoj industriji mrkva se koristi u obliku raznih pripravaka jer štiti kožu i ubrzava tamnjenje.

Fosfor je jedno od najvažnijih, a ujedno i najslabije dostupnih biljnih hraniva u tlu. Dostupnost fosfora ponajprije ovisi o pH tla, stoga je potrebno održavati povoljan pH. Slaba raspoloživost fosfora utječe na rast i razvoj biljaka. U biljnom organizmu fosfor ima ulogu u biokemijskim i razvojnim procesima, zato njegov nedostatak narušava metabolizam biljke i smanjuje sintezu organskih spojeva. Smanjena količina fosfora u tlu rezultira lošijom hranidbenom vrijednosti i smanjenim prinosom.

Cilj ovog rada je utvrditi razlike u količini fosfora u narančasto obojenom korijenu mrkve na tržištu grada Zagreba i međusobno ih usporediti obzirom na mjesto kupnje i način proizvodnje.

Uzorkovanje narančasto obojenog korijena mrkve provedeno je u gradu Zagrebu, u pet trgovačkih lanaca, na pet tržnica i u pet trgovina ekološkim proizvodima. Fosfor je, nakon homogeniziranja uzorka, određen pomoću spektrofotometra u Laboratoriju za ishranu bilja na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Količine fosfora narančasto obojenog korijena mrkve iznosile su od 0,15 do 0,32% P ST (prosječno 2,20 u trgovačkim lancima, 0,22 na tržnicama i 0,24% P ST u trgovinama ekološkim proizvodima), odnosno, od 13,56 do 37,72 mg P 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari (prosječno 26,51 u trgovačkim lancima, 20,51 na tržnicama i 21,55 mg P 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari u trgovinama ekološkim proizvodima).

**Ključne riječi:** *Dacus carota*, makroelement, mineral, povrće, prodajno mjesto

## Summary

Of master's thesis – student **Ivona Pavić**, entitled

### STATUS OF PHOSPHORUS IN CARROTS' ROOT IN CITY OF ZAGREB

Carrots are vegetables from the family of *Umbelliferae* known for their richness with vitamin A and antioxidants in the form of carotenoids and anthocyanins that strenghtens human organism and protect against infections and the influence of free radicals. Due to the high vitamin A content, carrots are beneficial to eye health. Carrots are essential in human nutrition because they have a great nutritional and health value. In addition, carrots are used in cosmetic industry in the form of skin protecting preparations and for accelerating skin tanning.

Phosphorus is one of the most important and at the same time the most unavailable nutrient in the soil. The availability of phosphorus preferably depends on the pH of the soil, so it is necessary to maintain the adequate pH. The low availability of phosphorus affects the growth and development of plants. In plant ogranism, phosphorus has a role in biochemical and developmental processes, so its deficiency disturbs the metabolism of the plant and reduces the synthesis of organic compounds. Reduced amount of phosphorus in the soil results in a lower nutritional value and reduced yield.

The goal of this master's thesis is to determine the differences in the phosphorus content of orange colored roots of carrots on the market in the city of Zagreb and to compare them according to the place of purchase and production method. Sampling of orange colored roots of carrots was carried out in the city of Zagreb, in five chain stores, in five markets and in five stores with ecological products. After homogenization of the sample, the phosphorus was determined by a spectrophotometer in the Laboratory of Plant nutrition at the Faculty of Agriculture, University of Zagreb. Phosphorus content of orange colored carrot roots ranged from 0.15 to 0.32% P DM (average 2,20 in chain stores, 0.22 at markets and 0.24% P DM in stores with ecological products) or from 13.56 to 37.72 mg P 100 g<sup>-1</sup> fresh matter (average 26.51 in chain stores, 20.51 at markets and 21.55 mg 100 g<sup>-1</sup> fresh matter in in stores with ecological products).

**Key words:** *Daucus carota*, macroelement, mineral, vegetable, sales point



## 1. Uvod

Mrkva (*Daucus carota* L.) je povrće iz porodice štitarki (*Umbelliferae*). Toj porodici još pripadaju peršin, celer, pastrnjak koji se kao i mrkva uzgajaju zbog zadebljalog korijena. Svi jestivi dijelovi povrća ove porodice bogati su vitaminima, aromatskim tvarima, naročito eteričnim uljima (Lešić i sur., 2004), također sve vrste porodice pripadaju grupi biljaka otpornih prema hladnoći (Parađiković, 2009). Mrkva potječe s područja Mediterana, te se koristi kao povrće od pretpovijesnog razdoblja, a današnje forme razvile su se kroz višestruke mutacije (Lešić i sur., 2004, prema Banga, 1962). Mrkva kao dvogodišnja biljka u prvoj godini razvija lišće i korijen, a u drugoj generativne organe. Zadebljali hipokotil ili pravi korijen koristi se u ljudskoj prehrani. Korjenovi moraju biti zdravi, krupni, prosječne težine veće od 150 g, glatke površine i lijepe crvenkasto-narančaste boje (Matotan, 1994). Mrkva djeluje blagotvorno na ljudski organizam zbog brojnih vitamina i minerala. Zato je i svrstana među deset najvažnijih vrsta povrća (Kantoci, 2014). Od vitamina, u najvećoj količini mrkva sadrži provitamin A, a zatim slijede i vitamini C, D, E, K te vitamini B skupine. Zdravlje očiju može se očuvati konzumacijom mrkve, upravo zbog bogatstva provitaminom A koji pozitivno utječe na oštrinu vida, prevenira bolesti oka i pomaže bržem prilagođavanju vida u tami. Mrkva se koristi i u kozmetici, jer povoljno djeluje na kožu, a pripravci od mrkve pospješuju zaraštavanje rana i sprječavaju perutanje (Lešić i sur., 2004). Tijekom prošlog desetljeća karotenoidi, poput beta karotena (provitamin A), privukli su veliku pozornost zbog mogućeg djelovanja protiv nekih vrsta raka. Također, karotenoidi sudjeluju u jačanju imuniteta, smanjuju degenerativne i kardiovaskularne bolesti, a spominju se i kao potencijalni inhibitori Alzheimerove bolesti (Sharma i sur., 2011). Time bi mrkva trebala biti neizostavan dio ljudske prehrane.

Fosfor je nemetal koji se u prirodi, tlu i biljkama, javlja u petero valentnom obliku (Vukadinović i Lončarić, 1997). Fosfor pripada grupi makroelemenata uz dušik, kalij, magnezij, kalcij i sumpor, što znači da je biljci potreban u većoj količini. Ovaj element jedan je od najvažnijih, a ujedno i najslabije dostupnih hraniva u tlu (Raghothama, 1999). Slaba dostupnost fosfora u tlu predstavlja jedan od osnovnih ograničavajućih čimbenika rasta i razvoja kopnenih biljaka, bilo da je riječ o prirodnim ili poljoprivrednim ekosustavima (Lynch, 1995; Raghothama, 1999). Pristupačnost fosfora iz tla ponajprije ovisi o pH vrijednosti tla (Vukadinović i Vukadinović, 2011), stoga je potrebno održavati i prilagođavati tu pH

vrijednost. Uloga fosfora u biljnom organizmu iznimno je bitna jer sudjeluje u brojnim biokemijskim i razvojnim procesima u biljci. Smanjena količina fosfora narušava primarni metabolizam biljke i smanjuje se sinteza organskih spojeva. Općenito, nedostatak biljci pristupačnog fosfora, rezultira smanjenom kvalitetom (hranidbena vrijednost) i kvantitetom (prinos) poljoprivrednih proizvoda (Vukadinović i Lončarić, 1997).

### **1.1. Cilj istraživanja**

Cilj rada je utvrditi razlike u količini fosfora u narančasto obojenom korijenu mrkve na tržištu grada Zagreba i međusobno ih usporediti obzirom na mjesto kupnje i način proizvodnje.

## 2. Pregled literature

### 2.1. Mrkva

#### 2.1.1. Morfološke i biološke karakteristike mrkve

Korijen mrkve (slika 1) najčešće je vretenast, cilindričan ili konusan, no postoje sorte okruglog korijena (Kantoci, 2014). Prema Parađiković (2009) korijen mrkve doseže do 0,8 m u dubinu tla, dok Lešić (2004) spominje i dubinu veću od 1 m u uvjetima povoljnim za rast korijena. Zadebljali korijen sastoji se od tri dijela: epikotila (skraćena stabljika), hipokotila i dijela korijena s postranim korjenčićima. Stabljika je vrlo skraćena, dok ne dođe u generativnu fazu u kojoj se izdužuje, a prema Parađiković (2009) može izrasti i preko 1 m. Na površini stabljike nalaze se sitne dlačice, kao i na listovima. Listovi su svijetlozelene do tamnozeleno boje, duboko urezani i rastu spiralno po stabljici. List mrkve vrlo je hranjiv, mirisan i bogat karotenom te je stoga odlična stočna hrana (Kantoci, 2014). Cvjetovi su bijele do žute boje sakupljeni u cvat koji se naziva štitac, imaju pet lapova, pet latica, pet prašnika i dvodjelni tučak s podraslom plodnicom sastavljenom od po dva plodnička lista (Parađiković, 2009, prema Matotan, 2004). Plod mrkve je kalavac koji se sastoji od 2 jednosjemena plodića koji imaju oblik polumjeseca i koji se koriste kao sjeme.



Slika 1: Korijen, cvijet, list i plod mrkve (Web 1)

### 2.1.2. Hranidbena i zdravstvena vrijednost mrkve

Hranjiva vrijednost mrkve ovisi o sorti ili hibridu, uvjetima uzgoja i vremenu berbe (Kantoci, 2014). Od minerala u svježoj mrkvi najviše su zastupljeni kalij: 189-355, kalcij: 25-59, željezo: 0,5-2,68, fosfor: 20-43, jod: 0,0038-0,043 mg/100 g (Lešić i sur., 2004). Najzastupljeniji vitamin je svakako vitamin A. Literatura navodi količinu beta karotena u 100 g svježe tvari mrkve od 3,6-12,0 mg (Lešić i sur., 2004), 10,02 mg (USDA, 2018), 6-25 mg (Kantoci, 2014) i 5,4-19,8 mg (Parađiković, 2009). Nakon beta karotena najviše ima vitamina C, u rasponu od 5-9 mg u 100 g mrkve (Lešić i sur., 2004). Važan sastojak mrkve je pektin kojeg prosječno ima od 1,2 do 1,5% (Kantoci, 2014). Osim vitamina i minerala mrkva sadrži i vodu, bjelančevine, masti, ugljikohidrate, šećere i vlakna (tablica 1). Mlada mrkva sadrži više vode, a manje hranjivih tvari od zrele, pa je tako i prosječan sadržaj suhe tvari u mladom korijenu 10,7%, a kod zrele mrkve 14,5 % (Kantoci, 2014). Energetska vrijednost 100 g mrkve kreće se od 36-46 kcal (Lešić i sur., 2004).

Tablica 1. Količina hranjivih sastojaka u 100 g mrkve

	Lešić i sur. (2004)	USDA (2018)
Voda	86,5-93,0 g	88,29 g
Bjelančevine	0,5-1,2 g	0,93 g
Masti	0,1-0,3 g	0,24 g
Ugljikohidrati	5,8-8,8 g	9,58 g
Šećeri	4,8 g	4,74 g
Vlakna	0,6-1,32 g	2,8 g

Potrošnja mrkve u svijetu povećava se zbog prepoznavanja mrkve kao važnog izvora prirodnih antioksidansa koji imaju antikancerogena svojstva (Sharma i sur., 2011). U kulinarstvu mrkva se upotrebljava na mnogo načina, koristi se svježa kao salata, kuhana kao varivo ili prilog, te je važna komponenta dječje hrane i sokova (Lešić i sur., 2004). Okus mrkve uglavnom je posljedica prisutnosti glutaminske kiseline i puferskog djelovanja slobodnih aminokiselina (Sharma i sur., 2011). Mrkva je bogata tvarima koje povoljno utječu

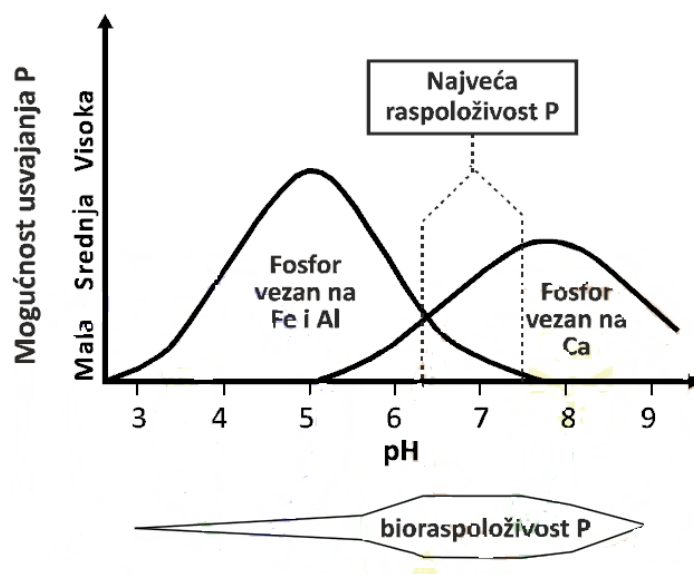
na ljudski organizam. In vitro studije pokazuju da fitonutrijenti kao što su karotenoidi i fenoli mogu imati značajnu ulogu, uz vitamine, u zaštiti od učinaka oksidativnog stresa (Kalt, 2005). Karotenoidi se nalaze unutar stanice i njihova djelovanja uključuju regulaciju ekspresije gena, inhibiciju adhezije monocita i aktivaciju trombocita (Rock, 1997). Mrkva se upravo zbog tih svojstava i bogatstva vitaminima, mineralima i antioksidativnim tvarima svrstava u jednu od deset najvažnijih povrtnih vrsta (Kantoci D., 2014).

## 2.2. Fosfor

### 2.2.1. Fosfor u tlu

Razgradnja matičnih stijena proces je kojim fosfor dospijeva u tlo. Sadržaj u litosferi je promjenjiv (0,02-0,15%) jer ulazi u sastav velikog broja različito topivih minerala (Vukadinović i Lončarić, 1997). Zbog interakcije fosfata s drugim elementima, do 80% primijenjenih fosfata može biti fiksirano u tlu (Holford, 1997). Također značajne rezerve fosfora u tlu (20-80%) nalaze se u obliku organske tvari (Jungk i sur., 1993; Richardson, 1994), ali takav fosfor postaje dostupan biljkama tek nakon mineralizacije organske tvari (Horst i sur., 2001). Koncentracija dostupnih fosfata u plodnim tlima ponekad prelazi 10  $\mu\text{M}$  (Bielecki, 1973), dok je u većini tala manja od koncentracije većine mikrohraniva (Barber i sur., 1963).

Dostupnost fosfora najviše ovisi o pH vrijednosti tla (slika 2). U kiselim tlima, koja zauzimaju oko 40% od ukupno obradivih površina na svijetu, fosfor je vezan s aluminijem i željezom u netopive spojeve te je kao takav nepristupačan biljkama (Raghothama, 1999; Vance, 2001). Dok je u alkalnim tlima, koja zauzimaju oko 25% od ukupno obradivih površina na svijetu, fosfor vezan s kalcijem u teško topive kalcijeve fosfate. Stoga nedostatak fosfora predstavlja jedan od glavnih ograničavajućih čimbenika za uspješnu poljoprivrednu proizvodnju (Lynch, 2011).



Slika 2: Raspoloživost fosfora ovisno o pH vrijednosti tla (Vukadinović i Vukadinović, 2011)

### 2.2.2. Uloga fosfora u biljnom organizmu

U biljnom organizmu fosfor ima veliku ulogu u razvojnim i biokemijskim procesima. Početkom vegetacijskog ciklusa javljaju se najveće potrebe biljaka za fosforom. Biljke usvajaju fosfor u obliku fosfatnih aniona i to kao  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  i  $\text{HPO}_4^{2-}$  (Marschner, 1995). S obzirom na negativni potencijal membrane i da su koncentracije u stanicama biljke (2-20 mM) (Bielski, 1973) puno veće od koncentracije fosfata u otopini tla ( $<2 \mu\text{M}$ ), usvajanje fosfatnih aniona u stanicu odvija se uz utrošak energije (aktivni transport) (Vance, 2001). Fosfor se od površine korijena do ksilema kreće simplastnim putem (Bielecki, 1973), nakon čega se ksilemom transportira do nadzemnih organa. Prijenos fosfata od ksilema do stanične citoplazme te od citoplazme do vakuole također ide suprotno elektrokemijskom gradijentu što zahtijeva aktivan transport (Marschner, 1995). U sjemenkama fosfor se pohranjuje kao rezerva vezan u obliku fitinske kiseline. Fosfor u biljkama čini prosječno 0,3-0,5% suhe tvari (Pevalek-Kozlina, 2003).

Strukturna uloga fosfora u biljci obuhvaća izgradnju osnovnih staničnih molekula poput ATP, nukleinskih kiselina i fosfolipida, osim toga fosfor ima ulogu u raznim fiziološkim procesima poput prijenosa energije, metabolizmu ugljika i dušika, te aktivacije enzima. Fosfor je odgovoran za jako kiselu prirodu nukleinskih kiselina, odnosno za izuzetno visoku kationsku koncentraciju u strukturama DNA i RNA (Marschner, 1995). Fosfatni esteri, iako se nalaze u malim koncentracijama u stanici, predstavljaju intermedij za metabolički put biosinteze.

Nedostatak fosfora vrlo je česta pojava, a prvi simptomi su kržljav rast biljaka, tamnozeleno boja lišća, lišće može biti deformirano s manjim nekrotičnim pjegama (Taiz i Zeiger, 2002), lišće kasni u razvoju, a starije lišće žuti i odumire (Pevalek-Kozlina, 2003). Slično kao i kod nedostatka dušika, kod nekih biljaka dolazi do sinteze antocijana, koji daju biljci purpurno obojenje, što je rezultat dužeg nedostatka fosfora (Taiz i Zeiger, 2002). Biljke tipično reagiraju na nedostatak fosfora premještanjem ugljika u korijen što rezultira povećanim rastom korijena (poboljšanim lateralnim rastom korijena, povećanjem broja i duljine korijenovih dlačica) (Lynch i Brown, 2001), poboljšanom ekspresijom P transporterata, izlučivanjem organskih kiselina i kiselih fosfataza koje povećavaju dostupnost fosfora (Johnson i sur., 1994). Višak fosfora rijetka je pojava, a simptomi su tamne pjege na lišću, nakon čega slijedi i opadanje lišća, usporen rast, skraćenje vegetacije i prijevremena cvatnja. Dakle, suvišak fosfora uzrokuje ubrzano starenje biljke.

### 2.2.3. Količina fosfora u mrkvi

Prema literaturi količina fosfora u svježoj tvari mrkve kreće se od 20-43,63 mg P 100 g<sup>-1</sup> (tablica 2). Najveću količinu spominje Parađiković (2009), dok najmanju količinu navode Lešić i sur. (2004). Količine fosfora bitno se razlikuju između autora. Literatura navodi količinu fosfora u suhoj tvari mrkve 0,36% P ST (Ogut i Brohi, 2010) i 0,2% (Orphanos i Krentos, 1988).

Tablica 2. Količina fosfora u mrkvi prema različitim autorima

	mg P 100 g <sup>-1</sup> svježe tvari	% P suhe tvari (ST)
Lešić i sur. (2004)	20-43	
Parađiković (2009)	43,63	
USDA (2018)	35	
Web 2, Poljoprivredni fakultet Osijek (2015)	32,6	
Ogut i Brohi (2010)		0,36
Orphanos i Krentos (1988)		0,2



### **3. Materijali i metode**

#### **3.1. Uzorkovanje mrkve**

Uzorkovanje mrkve narančaste boje korijena provedeno je 04.12.2017. u Zagrebu u pet trgovačkih lanaca, pet trgovina ekološkim proizvodima i na pet tržnica u tri ponavljanja.

Trgovački lanci uključeni u istraživanje su Konzum, Lidl, Kaufland, Plodine i Spar, trgovine ekološkim proizvodima Priroda i društvo, Garden, Grga Čvarak, bio&bio i Eko Sever, te tržnice Britanski trg, Branimirova, Dubrava, Dolac i Kvatrić.

Tijekom prikupljanja uzoraka dobivene su informacije o načinu uzgoja mrkve. Informacije za trgovačke lance prikupljene su uvidom u deklaraciju, a za tržnice upitom prodavača. Pretpostavka je da su uzorci mrkve iz trgovačkih lanaca uzgojeni konvencionalno jer nije bilo naznačeno da su iz ekološkog uzgoja. U uzgoju mrkve s tržnica Dubrava i Kvatrić korištena su mineralna gnojiva (konvencionalni način proizvodnje), u uzgoju s tržnica Britanski trg i Dolac korišten je stajski gnoj, a u uzgoju s Branimirove tržnice korišten je ovčji gnoj (ekološki način proizvodnje). Smatra se da su svi prikupljeni uzorci mrkve iz ekoloških trgovina uzgojeni na ekološki način jer su to trgovine u kojima se prodaju isključivo proizvodi ekološke proizvodnje.

#### **3.2. Kemijska analiza mrkve**

Uzorci mrkve, nakon prethodnog usitnjavanja, osušeni su u laboratorijskom sušioniku na 105°C. Uzorak se suši kako bi se odredio postotak suhe tvari, a potpuno je suh kada mu je masa u nekoliko uzastopnih mjerenja konstantna. Nakon sušenja uzorak se usitnjava i homogenizira. Fosfor se određuje spektrofotometrijom u Laboratoriju za ishranu bilja na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Uzorci su prikupljeni u triplicatu, analizirani pojedinačno i u rezultatima su prikazane prosječne vrijednosti.

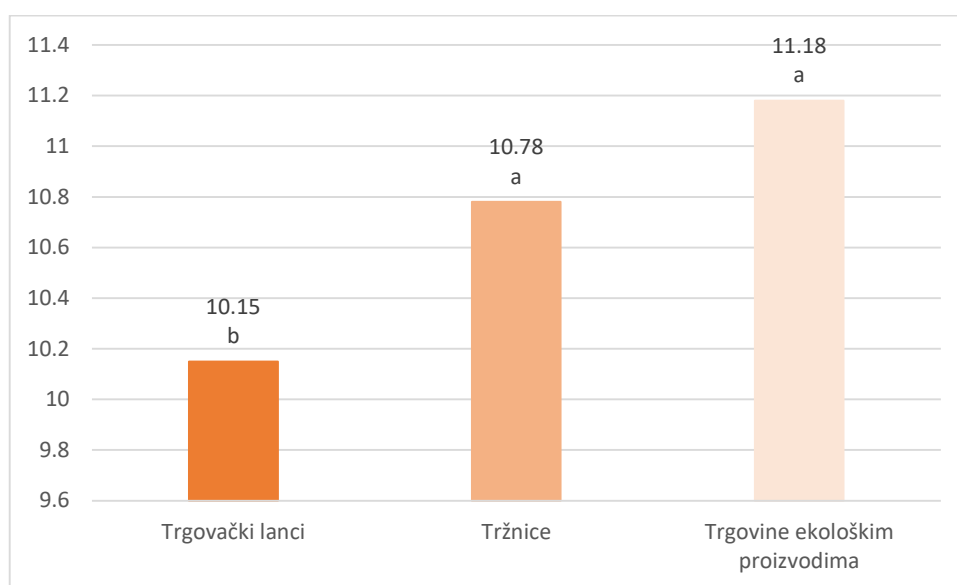
#### **3.3. Obrada podataka**

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).

## 4. Rezultati i rasprava

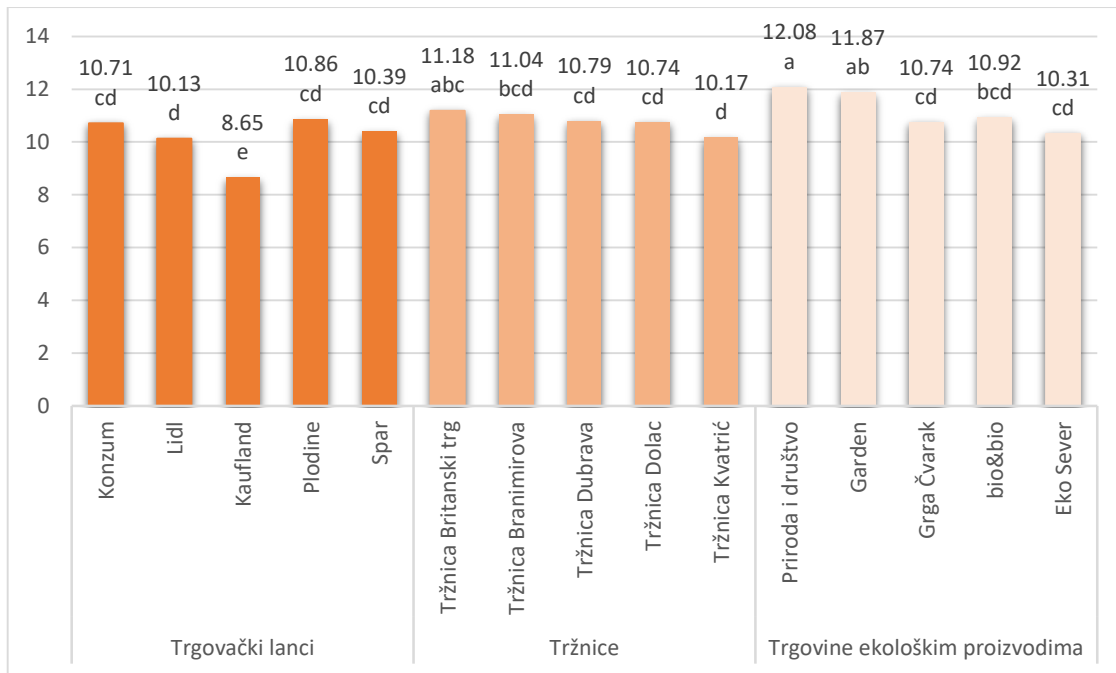
Prosječna vrijednost suhe tvari u uzorcima mrkve kreće se u rasponu od 10,15 do 11,18% (grafikon 1). Statistički najveća količina suhe tvari utvrđena je u uzorcima mrkve iz trgovina ekoloških proizvoda, dok je najmanja količina utvrđena u mrkvi iz trgovačkih lanaca. Statistički najveća vrijednost suhe tvari utvrđena je trgovini ekoloških proizvoda Priroda i društvo (12,08%) i jedina je koja prelazi 12%, a ujedno se statistički ne razlikuje značajno od mrkvi iz trgovine ekološkim proizvodima Garden te s tržnice Branimirov trg (grafikon 2). U trgovačkom lancu Kaufland utvrđena je statistički najmanja količina suhe tvari u vrijednosti od 8,65%.

Kantoci (2014) navodi količinu suhe tvari od 14,5%, a Parađiković (2009) u rasponu od 12-17% ST u mrkvi. Stoga, općenito gledano, količina suhe tvari utvrđena u ovom istraživanju manja je od količine koju navodi literatura.



Grafikon 1: Postotak suhe tvari mrkve (%) u trgovačkim lancima, tržnicama i trgovinama ekološkim proizvodima

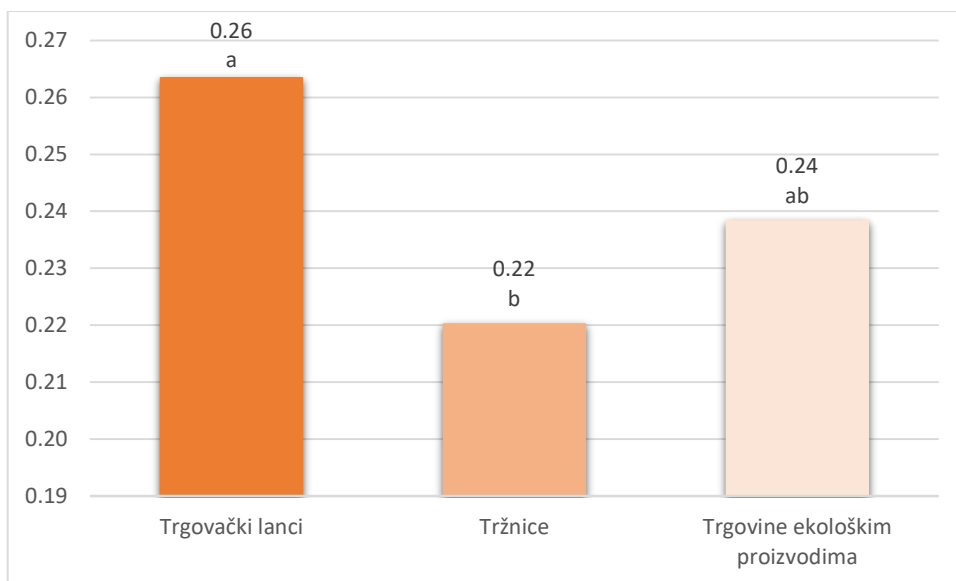
Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Tukeyevom testu,  $p \leq 0,05$ . Vrijednosti kojima nije pridruženo slovo nisu značajno različite.



**Grafikon 2: Postotak suhe tvari mrkve (%) na različitim prodajnim mjestima**  
 Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Tukeyevom testu,  $p \leq 0,05$ .  
 Vrijednosti kojima nije pridruženo slovo nisu značajno različite.

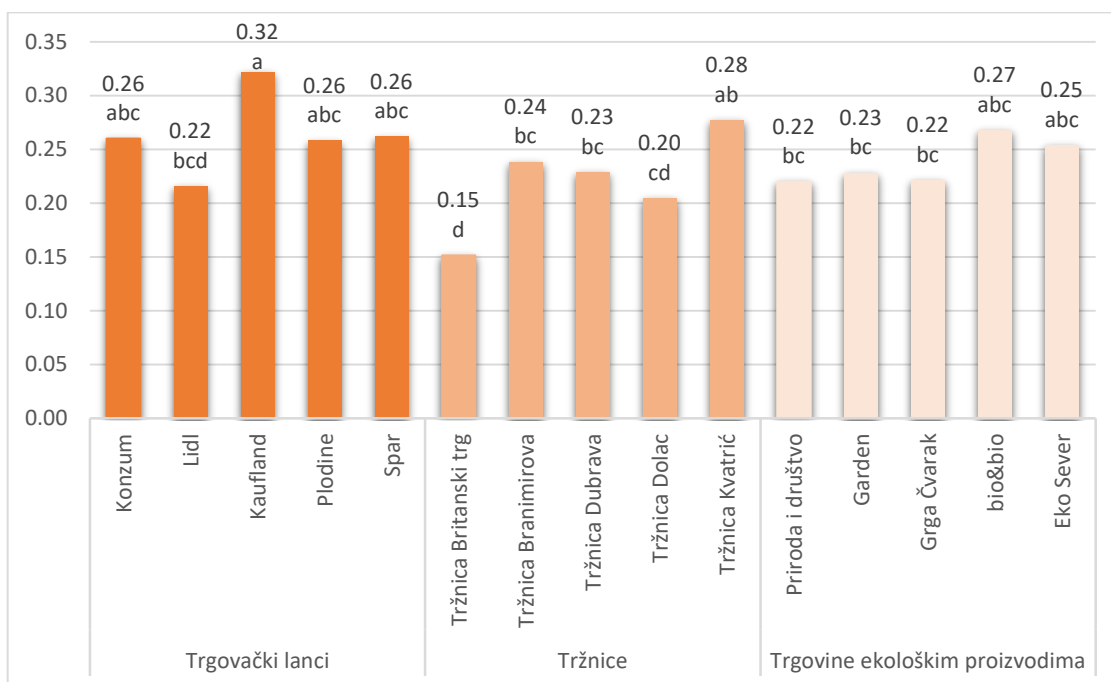
U grafikonu 3 prikazane su prosječne količine fosfora u suhoj tvari mrkve obzirom na prodajna mjesta. Utvrđeno je da uzorci mrkve iz trgovačkih lanaca imaju statistički najveću količinu fosfora u suhoj tvari (0,26% P ST) koja se ne razlikuje značajno od utvrđenih količina iz trgovina ekološkim proizvodima (0,24% P ST), dok mrkve s tržnica sadrže statistički najmanju količinu fosfora u suhoj tvari (0,22% P ST). Gledano po pojedinim prodajnim mjestima, u suhoj tvari mrkve količina fosfora kreće se u rasponu od 0,15 do 0,32% P ST (grafikon 4). Statistički najveća količina fosfora utvrđena je u trgovačkom lancu Kaufland i iznosi 0,32% P ST, a statistički najmanja količina fosfora utvrđena je u uzorcima mrkve s tržnice Britanski trg i iznosi 0,15% P ST.

Ogut i Brohi (2010) navode količinu fosfora u suhoj tvari mrkve veću od najveće utvrđene količine u ovom istraživanju (Trgovački lanac Kaufland, 0,32% P ST). Orphanos i Krentos (1988) navode količinu od 0,2% P ST koja je veća od najmanje utvrđene količine fosfora u suhoj tvari (Tržnica Britanski trg, 0,15% P ST), ali manja od ostalih utvrđenih količina. Utvrđene količine fosfora u ovom istraživanju ne razlikuju se bitno od količina navedenih u literaturi.



**Grafikon 3: Količina fosfora (% P ST) u suhoj tvari mrkve u trgovačkim lancima, tržnicama i trgovinama ekološkim proizvodima**

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

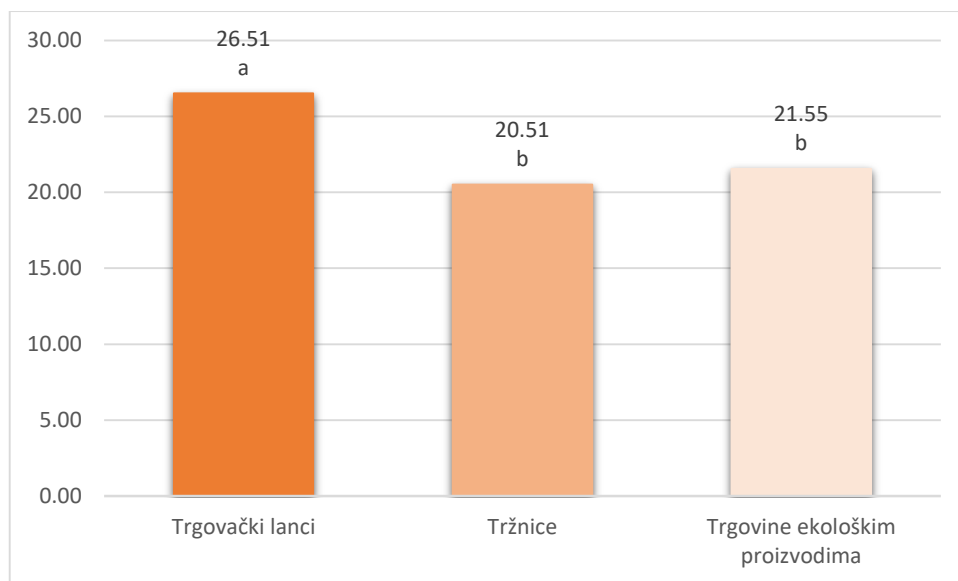


**Grafikon 4: Količina fosfora u suhoj tvari mrkve (% P ST) na različitim prodajnim mjestima**

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

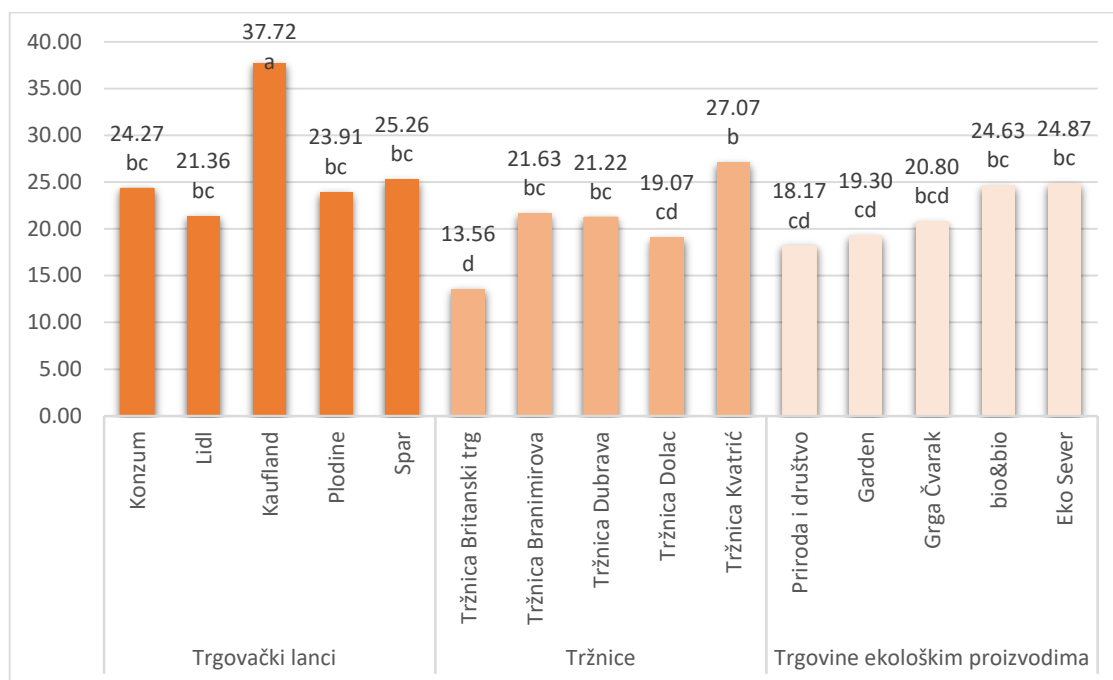
Količina fosfora u svježoj tvari mrkve na različitim prodajnim mjestima prikazana je u grafikonu 5 i kreće se u rasponu od 20,51 do 26,51 mg P 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari. Statistički najveća količina fosfora utvrđena je u uzorcima mrkve iz trgovačkih lanaca koja iznosi 26,51 mg P 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari. Između tržnica i trgovina ekološkim proizvodima nije utvrđena značajna razlika u količini fosfora u svježoj tvari mrkve. U svježoj tvari mrkve statistički najveća količina fosfora također je utvrđena u uzorcima mrkve iz trgovačkog lanca Kaufland (37,72 mg P 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari) (grafikon 6). Sve ostale vrijednosti statistički su značajno manje. U svim uzorcima iz trgovačkih lanaca utvrđene su vrijednosti veće od 21 mg P 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari mrkve. Uzorci mrkvi s tržnica kreću se u rasponu od 13,56 do 27,07 mg P 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari, gdje je vrijednost od 13,56 mg P 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari najmanja utvrđena od svih prodajnih mjesta i pripada tržnici Britanski trg. Kod trgovina ekološkim proizvodima najveću vrijednost imaju trgovine bio&bio (24,63 mg P 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari) i Eko Sever (24,87 mg P 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari), dok je najmanja vrijednost zabilježena u uzorcima mrkve iz trgovine Priroda i društvo (18,17 mg P 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari).

Literatura navodi količinu fosfora od 43,63 mg P 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari (Parađiković, 2009), u rasponu od 20-43 mg P 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari (Lešić i sur., 2004), 35 mg P 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari (USDA, 2018) i 32,6 mg P 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari (Web 2, Poljoprivredni fakultet Osijek, 2015). Prema tome, u većini uzoraka utvrđena količina fosfora manja je od literaturnih navoda. Svakako u uzorcima s tržnica i trgovina ekološkim proizvodima utvrđena je znatno manja količina fosfora nego u uzorcima mrkvi iz trgovačkih lanaca. Mogući razlog za malu opskrbljenost fosforom u slučaju tržnica i trgovina ekološkim proizvodima su neodovarajući način gnojidbe i proizvodnje. Također količina fosfora u trgovačkim lancima veća je, vjerojatno zbog gnojidbe mineralnim gnojivima jer organska gnojiva sadrže jako malu količinu fosfora.



**Grafikon 5: Količina fosfora u svježoj tvari mrkve (mg P 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari) u trgovačkim lancima, tržnicama i trgovinama ekološkim proizvodima**

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



**Grafikon 6: Količina fosfora u svježoj tvari mrkve (mg P 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari) na različitim prodajnim mjestima**

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

Prema Uredbi o informiranju potrošača o hrani (UREDBA (EU) br. 1169/2011) dnevni preporučeni unos fosfora za odraslu osobu iznosi 700 mg. Uloga fosfora u ljudskom metabolizmu je bitna za mnoge procese. Fosfor je nezamjenjiv u metabolizmu energije i tvari, gradi ATP-a, funkcioniranju mnogih enzima, izgradnji nukleinskih kiselina, fosfolipida, fosforproteina, sudjeluje u građi velikog broja koenzima i metabolizmu eritrocita (Vukadinović i Vukadinović, 2011). Utvrđene vrijednosti fosfora iz ovog istraživanja (mg P 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari) stavljene u omjer s preporučenim dnevnim unosom fosfora za odraslu osobu daju postotak podmirenja dnevnih potreba za fosforom pri konzumiranju 100 g mrkve. Najviši postotak može se podmiriti konzumirajući 100 g mrkve iz trgovačkog lanca Kaufland (5,39% dnevnih potreba za odrasle). Slijedom navedenog najmanji postotak podmiruje mrkva s tržnice Britanski trg (1,94%). U trgovačkim lancima postotak podmirenja dnevnih potreba za fosforom u 100 g mrkve kreće se od 3,05% (trgovački lanac Lidl) do 5,39% (trgovački lanac Kaufland). Najveći postotak koji se može postići konzumiranjem 100 g mrkve s tržnica je s tržnice Kvatrić i iznosi 3,87%. Trgovine ekološkim proizvodima podmiruju od 2,59 – 3,55% dnevnih potreba za fosforom za odraslu osobu. Sukladno ovim postotcima značajno se ne podmiruju dnevne potrebe za fosforom, ali konzumiranjem mrkve unose se i drugi nutrijenti važni za pravilno funkcioniranje ljudskog organizma. Uzimajući ove podatke u obzir, potrebno je pojesti otprilike 2,5 kg mrkve u jednom danu, kako bi se namirio dnevni preporučeni unos fosfora za odraslu osobu.

## 5. Zaključak

Provedenim istraživanjem utvrđene su količine fosfora u narančasto obojenom korijenu mrkve prikupljene u pet različitih trgovačkih lanaca, na pet tržnica i u pet trgovina ekološkim proizvodima.

Količine fosfora narančasto obojenog korijena mrkve iznosile su od 0,15 do 0,32% P ST (2,20 u trgovačkim lancima, 0,22 na tržnicama i 0,24% P ST u trgovinama ekološkim proizvodima) odnosno od 13,56 do 37,72 mg P 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari (26,51 u trgovačkim lancima, 20,51 na tržnicama i 21,55 mg P 100 g<sup>-1</sup> svježe tvari u trgovinama ekološkim proizvodima).

Obzirom da nisu poznati uvjeti proizvodnje, mogući razlozi statistički značajnih razlika između prodajnih mjesta su različiti načini i uvjeti proizvodnje (agrotehnički zahvati, tip tla, gnojidba). Mrkve s tržnica i iz trgovina ekološkim proizvodima većinom su uzgajane na ekološki način, dok su mrkve iz trgovačkih lanaca uzgajane na konvencionalan način. Najveće količine fosfora utvrđene su u trgovačkim lancima. Proizvođači povrća koji opskrbljuju trgovačke centre u konvencionalnom su sustavu proizvodnje, koji podrazumijeva upotrebu mineralnih gnojiva koja imaju veću količinu hraniva u odnosu na organska gnojiva.

Konzumirajući 100 g mrkve iz ovog istraživanja, ovisno o prodajnom mjestu, može se podmiriti od 1,94 do 3,05% dnevnih potreba za fosforom.



## 6. Popis literature

1. Barber S. A., Walker J. M., Vasey E. H. (1963). Mechanisms for the movement of plant nutrients from the soil and fertilizer to the plant root. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 11: 204–207.
2. Bieleski R. L. (1973). Phosphate pools, phosphate transport, and phosphate availability. *Annual Review, Plant Physiology* 24: 225-252.
3. Holford I.C.R. (1997). Soil phosphorus: its measurement, and its uptake by plants. *Aust. J. Soil Res.* 35: 227-239.
4. Horst W. J., Kamh M., Jibrin J.M., Chude V.A. (2001). Agronomic measures for increasing P availability to crops. *Plant and Soil* 237: 211–233.
5. Johnson J. F., Alan D. L., Vance D. P. (1994). Phosphorus stress-induced proteoid roots show altered metabolism in *Lupinus albus*. *Plant Physiology*. 104: 657-665.
6. Jungk A., Seeling B., Gerke J. (1993). Mobilization of different phosphate fractions in the rhizosphere. *Plant and Soil*, 155: 91-94.
7. Kalt W. (2005). Effects of production and processing factor on major fruit and vegetable antioxidants. *J Food Sci.* 2005;70:11–19.
8. Kantoci D. (2014). Sve o mrkvi. *Glasnik zaštite bilja*, 37(6), 20 - 24.
9. Lešić R., Borošić J., Burutac I., Herak-Ćustić M., Poljak M., Romić D. (2004). *Povrčarstvo – II. dopunjeno izdanje*.
10. Lynch J. P. (1995). Root architecture and plant productivity. *Plant Physiology* 109: 7-13.
11. Lynch J. P., Brown K. M. (2001). Topsoil foraging-an architectural adaption of plants to low phosphorus. *Plant and Soil* 237: 225-237.
12. Matotan Z. (1994). *Proizvodnja povrća*. Nakladni zavod Globus, Zagreb
13. Parađiković N. (2009). *Opće i specijalno povrčarstvo*. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
14. Pevalek-Kozlina B. (2003). *Fiziologija bilja*. Profil, Zagreb.

15. Raghothama K. G. (1999). Phosphate Acquisition. Annual Review in Plant Physiology 50: 665-693.
16. Richardson A. E. (1994). Soil microorganisms and phosphorus availability. In Soil biota: management in sustainable farming systems (C.E. Pankhurst, B.M. Doubeand, V.V.S.R. Gupta eds.) CSIRO, 50-62.
17. Rock (1997). Review: Carotenoids – biology and treatment. Rock CL. Pharmacol Ther. 1997 Sep; 75 (3):185-97.
18. Sharma K. D., Karki S., Thakur N. S., Attri S. (2012). Chemical composition, functional properties and processing of carrot – a review. Journal of food science and technology. 49(1): 22 – 23.
19. Taiz L., Zeiger E. (2002). Plant Physiology. Third Edition.
20. UREDBA (EU) br. 1169/2011 EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA od 25. listopada 2011. o informiranju potrošača o hrani, izmjeni uredbi (EZ) br. 1924/2006 i (EZ) br. 1925/2006 Europskog parlamenta i Vijeća te o stavljanju izvan snage Direktive Komisije 87/250/EEZ, Direktive Vijeća 90/496/EEZ, Direktive Komisije 1999/10/EZ, Direktive 2000/13/EZ Europskog parlamenta i Vijeća, direktiva Komisije 2002/67/EZ i 2008/5/EZ i Uredbe Komisije (EZ) br. 608/2004
21. USDA (2018). United States Department of Agriculture. National Nutrient Database for Standard Reference Legacy Release, <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/301794?n1=%7BQv%3D1%7D&fgcd=&an=&facet=&count=&max=25&sort=default&qlookup=carrot&offset=&format=Full&new=&measureby=&Qv=1&ds=SR&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing=> - Pristupljeno 12. travnja 2018.
22. Vance C. P. (2001). Symbiotic nitrogen fixation and phosphorus acquisition: plant nutrition in a world of declining renewable resource. Plant Physiology 127: 390-397.
23. Vukadinović V., Lončarić Z. (1997). Ishrana bilja. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
24. Vukadinović V., Vukadinović V. (2011). Ishrana bilja. Treće izdanje. Zagreb.
25. Web 1: <https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Daucus+carota> – Pristupljeno: 5.lipnja.2018

26. Web 2: [http://www.bilje.hr/POLJOPRIVREDA/AgBase\\_2/HTM/mrkva.htm](http://www.bilje.hr/POLJOPRIVREDA/AgBase_2/HTM/mrkva.htm) .

Poljoprivredni fakultet Osijek, 2015 – Pristupljeno: 4.srpnja.2018

## **Životopis**

Ivona Pavić rođena je 21. prosinca 1994. godine u Zagrebu. Nakon završene osnovne škole 2009. godine započinje srednjoškolsko obrazovanje u Gimnaziji Lucijana Vranjanina u Zagrebu. Zbog velikog interesa za biotehničke znanosti 2013. godine upisuje preddiplomski studij Hortikulture na Agronomskom fakultetu u Zagrebu. Obranom teme završnog rada "Akumulacija suhe tvari pšenice u uvjetima nedostatka fosfora" s područja kolegija Fiziologija bilja, dodijeljena joj je titula Sveučilišne prvostupnice inženjerke hortikulture. Nakon završenog preddiplomskog studija, 2016. godine odlučuje upisati diplomski studij Agroekologije usmjerenja Mikrobne biotehnologije u poljoprivredi, također na Agronomskom fakultetu u Zagrebu.