Zastupljenost magnezija u cvjetači na prodajnim mjestima grada Zagreba

Benazić, Ana-Antonija

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:321710

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Agriculture

Zastupljenost magnezija u cvjetači na prodajnim mjestima grada Zagreba

DIPLOMSKI RAD

Ana Antonija Benazić

Zagreb, rujan, 2019.

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

Diplomski studij:

Agroekologija-Mikrobna biotehnologija u poljoprivredi

Zastupljenost magnezija u cvjetači na prodajnim mjestima grada Zagreba

DIPLOMSKI RAD

Ana Antonija Benazić

Mentor:

doc. dr. sc. Marko Petek

Zagreb, rujan, 2019.

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Ana Antonija Benazić**, JMBAG 0178102585, rođena 13.06.1996. u Puli, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

ZASTUPLJENOST MAGNEZIJA U CVJETAČI NA PRODAJNIM MJESTIMA 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

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Ane Antonije Benazić**, JMBAG 0178102585, naslova

ZASTUPLJENOST MAGNEZIJA U CVJETAČI NA PRODAJNIM MJESTIMA GRADA ZAGREBA

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo:			potpisi:
1.	doc. dr. sc. Marko Petek	mentor	_____
2.	doc. dr. sc. Tomislav Karažija	član	_____
3.	izv. prof. dr. sc. Božidar Benko	član	_____

Sadržaj

1. Uvod.....1

1.1.Cilj istraživanja.....2

2. Pregled literature.....3

2.1. Cvjetača.....3

2.1.1. Morfološke i biološke karakteristike cvjetače.....3

2.1.2. Hranidbena i zdravstvena vrijednost cvjetače.....3

2.2.Magnezij.....5

2.2.1. Magnezij u tlu.....6

2.2.2. Magnezij u biljkama.....8

2.2.3. Simptomi deficijencije magnezija kod biljaka.....8

2.2.4. Magnezij u ljudskom tijelu.....9

3. Materijali i metode.....11

3.1. Uzorkovanje cvjetače.....11

3.2. Kemijska analiza.....13

3.3. Obrada podataka.....14

4. Rezultati i rasprava.....15

4.1. Suha tvar u cvjetači.....15

4.2. Magnezij u suhoj tvari cvjetače.....17

5. Zaključak.....21

6. Literatura.....22

7. Životopis.....23

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Ana Antonija Benazić**, naslova

ZASTUPLJENOST MAGNEZIJA U CVJETAČI NA PRODAJNIM MJESTIMA GRADA ZAGREBA

Cvjetača (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) je dvogodišnja kultura koja pripada porodici krstašica. Uzgaja se zbog glave koja se sastoji od debele, kratke, hipertrofirane cvjetne stapke s nediferenciranim cvatovima i zametcima cvjetova. Minerali koji su količinski najzastupljeniji u cvatu cvjetače jesu natrij, kalij, magnezij, kalcij, fosfor, željezo i sumpor. Magnezij je esencijalni element za gotovo sva živa bića, uključen je u mnoge procese kao što je sinteza organske tvari, odgovoran je za aktivaciju velikog broja enzima i povoljno utječe na metabolizam ugljikohidrata, proteina i lipida. Cilj ovog diplomskog rada bio je utvrditi količinu magnezija u cvjetači koja je dostupna na području grada Zagreba te utvrditi koliko se magnezija može podmiriti konzumacijom iste. Uzorkovanje je provedeno na 9 prodajnih mjesta u gradu Zagrebu od kojih su 3 trgovine ekološkim proizvodima, 3 tržnice i 3 trgovačka lanca. Magnezij je nakon digestije s koncentriranom HNO_3 i $HClO_4$ u mikrovalnoj peći određen atomskom apsorpcijskom spektrometrijom. Količina magnezija u cvatu cvjetače kretala se od 0,17 do 0,22% Mg u suhoj tvari, 21,24 do 38,87 mg Mg/100 g svježe tvari te je utvrđeno da se konzumacijom 100 g cvjetače iz ovog istraživanja može podmiriti 5,98-10,75% dnevnih potreba za magnezijem.

Ključne riječi: atomska apsorpcijska spektrometrija, *Brassica oleracea* var. *botrytis,* krstašice, minerali, suha tvar

Summary

Of the master's thesis – student **Ana Antonija Benazić**, entitled

MAGNESIUM CONTENT IN CAULIFLOWER AT SALES PLACES IN ZAGREB

Cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) is a biennial crop belonging to the mustard family. It is grown for a head consisting of a thick, short, hypertrophied flower stem with undifferentiated flowers and flower embryos. The minerals that most abundant in cauliflower are sodium, potassium, magnesium, calcium, phosphorus, iron and sulfur. Magnesium is an essential element for almost all living beings, it is involved in many processes such as the synthesis of organic substances, it is responsible for the activation of a large number of enzymes and has a beneficial effect on the metabolism of carbohydrates, proteins and lipids. The aim of this thesis was to determine the content of magnesium in cauliflower available in the city of Zagreb and to determine how much magnesium can be settled by consuming that cauliflower. The sampling was carried out at 9 sales places in the city of Zagreb, of which 3 were stores with organic products, 3 markets and 3 retail chains. Magnesium was determined by atomic absorption spectrometry after digestion with concentrated HNO_3 and $HClO_4$ in a microwave oven. The magnesium content of cauliflower ranged from 0.17 to 0.22% Mg in dry matter, 21.24 to 38.87 mg Mg/100 g in fresh matter, and it was found in this study that consuming 100 g of cauliflower can satisfy 5.98-10.75% of our daily need for magnesium.

Keywords: atomic absorption spectrometry, *Brassica oleracea* var. *botrytis*, dry matter, minerals, mustard family,

1. Uvod

Biljne vrste omogućuju čovjeku da potkrijepi svoje primarne potrebe kao što je prehrana, lijekovi, odjeća, skloništa i ostalo. Biljke su važan izvor minerala te njihovom konzumacijom kao hranom zadovoljavaju se potrebe esencijalnih nutrijenata za ljude i životinje. Prema dosadašnjim istraživanjima smatra se da esencijalne mineralne elemente čine; C, O, H, N, P, K, Mg, Ca, S, Fe, B, Mn, Cu, Zn, Mo, Cl te za neke biljne vrste i Na, Si, Co. Prethodno navedeni esencijalni mineralni elementi moraju zadovoljavati sljedeće kriterije: 1. Bez tog elementa poremećen je normalan rast i razvoj biljke – uginuće biljke, 2. Njegova funkcija nije zamjenjiva drugim elementom, 3. taj element mora biti direktno uključen u ishranu biljke i metabolizam – ima specifičnu fiziološku ulogu kao npr. komponenta esencijalnih biljnih konstituenata enzima ili za određenu metaboličku aktivnost kao aktivator enzima, 4. element mora biti esencijalan bar za dvije biljne vrste. Na svijetu postoji preko 500 000 biljnih vrsta koje se međusobno razlikuju po mnogim svojstvima pa tako i zastupljenosti te količini minerala (Dekker, 1990.). Količina mineralnih tvari u biljkama ne razlikuje se samo među vrstama i varijetetima već i unutar istog varijeteta ukoliko biljka raste u različitim uvjetima kao što su klima, tlo i upotreba gnojiva (Pavlek, 1985.). Magnezij pripada skupini makroelemenata, sastavni je dio molekule klorofila što znači da ima važnu ulogu u procesu fotosinteze. Uz fotosintezu, magnezij je značajan u sintezi pigmenata kao što su karoten i ksantofil te s ostalim kationima utječe na regulaciju vodnog potencijala u biljci (Lešić i sur., 2016.). Magnezij je također vrlo bitan i u fiziologiji čovjeka, neophodan je u metaboličkim procesima koji zahtijevaju energiju, u sintezi proteina, integritetu membrane, provođenju živčanog tkiva, neuromuskularnoj razdražljivosti, kontrakciji mišića, lučenju hormona i posrednom metabolizmu (Laires i sur, 2004.).

U porodicu krstašica, *Brassicaceae*, ubraja se više od 300 rodova i više od 3 000 vrsta koje su rasprostranjene ponajviše na području umjerene klime te uspijevaju i u tropskim i u subartičkim područjima. Veći dio biljaka ove porodice pripadaju grupi povrća od kojih je najvažniji rod *Brassica* koji se sastoji od oko 40 vrsta, a zajednička karakteristika porodice jest prisutnost glikozinolata koji pod radom enzima mirozinaze daje gorkoljuti okus (Parađiković, 2009.). U rod *Brassica* ubraja se cvjetača, *Brassica oleraceae* L. var. *botrytis* L. Cvjetača potječe s područja Bliskog istoka i Mediterana. Proizvodnja i konzumacija cvjetače u svijetu raste već nekoliko desetljeća, te prema provedenoj statistici cvjetača i brokula proizvodi se na površini od 1 204 tisuća hektara od kojih su najveće površine u Europi i Aziji (Lešić i sur., 2016.). Plod cvjetače dostupan je na tržištu tijekom cijele godine, a najčešće se konzumira kao salata, svježa, začinjena, kuhana, te vrlo je poznata kao dijetetska namirnica.

1.1. Cilj istraživanja

Cilj ovog diplomskog rada je utvrditi količinu magnezija u metamorfoziranom cvatu cvjetače te usporediti rezultate analiziranih uzoraka obzirom na mjesto uzorkovanja (kupnje).

2. Pregled literature

2.1. Cvjetača

2.1.1. Morfološke i biološke karakteristike cvjetače

Cvjetača ili karfiol (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) je dvogodišnja kultura koja se uzgaja zbog glave, odnosno zametaka cvata. Glavnina korijena nalazi se u površinskih 30 cm tla, a visina nadzemnog djela kreće se između 15 i 40 cm. Listovi su izduženi, valovitog ili ravnog ruba čija dužina može iznositi od 25 do 45 cm, a širina do 15 cm s jače izraženom glavnom žilom (Parađiković, 2009.). Jestivi dio je čvrsta i zbijena površina koja može biti različitih oblika i boja koja se sastoji od debele, kratke, hipertrofirane cvjetne stapke s nediferenciranim cvatovima i zametcima cvjetova. Oblici glave mogu biti polukuglastog i stožastog oblika s više ili manje izraženim bočnim granama, tj. više ili manje kvrgava. Boja cvata može biti bijela, boja slonovače, žuta, narančasta, zelena, ružičasta i grimizna od kojih se najviše cijene bijeli cvatovi. Ukoliko se bijeli cvat izloži direktnom sunčevom zračenju na nekoliko sati dolazi do promijene boje iz bijele preko boje slonovače pa sve do smeđe (Lešić i sur., 2016.).

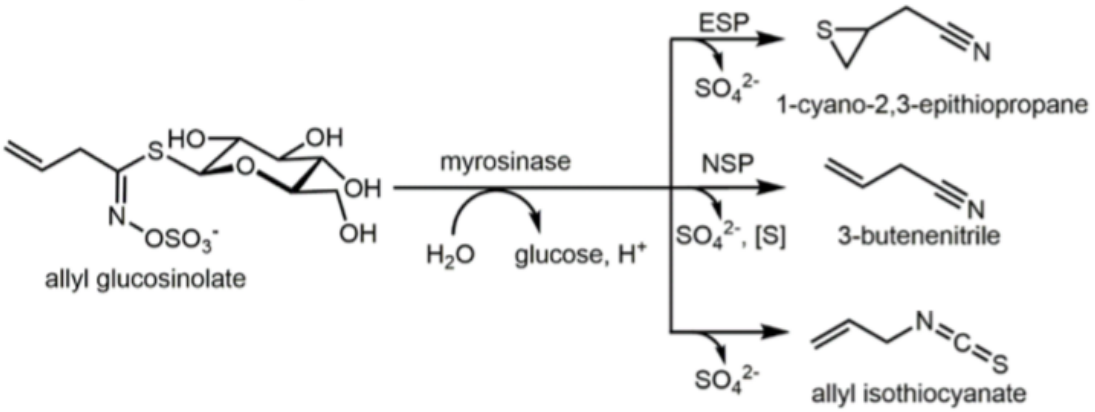
2.1.2. Hranidbena i zdravstvena vrijednost cvjetače

Prema Lešić i sur. (2016.) cvjetača se nalazi u sredini hranidbene vrijednosti među kupusnjačama. Iz sastava jestivog dijela cvjetača sadrži između 90,9-94,5% vode, 1,5-2,72% sirovih bjelančevina, 0,2-0,34% sirove masti , 3,0-4,6% ugljikohidrata, 0,7-2,5% vlakana i 0,8-0,83% minerala. Dok prema podacima USDA (2017.) cvjetača sadrži 2,35% proteina, sirovih masti 0%, ugljikohidrata 4,71% i vlakana 2,4%.

Minerali koji su količinski najzastupljeniji u cvatu cvjetače jesu natrij (10-24 mg/100 g svježe tvari), kalij (295-310 mg/100 g svježe tvari), magnezij (0,2-17 mg/100 g svježe tvari), kalcij (17-31 mg/100 g svježe tvari), fosfor (30-72 mg/100 g svježe tvari), željezo (0,3-1,4 mg/100 g svježe tvari) i sumpor (do 80 mg/100 g svježe tvari) (Lešić i sur., 2016.).

Porodica *Brassicaceae,* a time i cvjetača, značajna je u ljudskoj prehrani zbog sinteze glukozinolata (Lešić i sur., 2016.). Osim što glukozinati utječu na okus povrća smatra se da i djeluju antifungalno, antibakterijsko, antioksidativno, antimutageno i antikancerogeno (Kopjar i sur., 2012.) te prema Barker (2006.) glukozinolati se mogu koristiti kao prirodni insekticidi. Sadržaj sekundarnog metabolita može znatno varirati s obzirom na promjenu sortimenta, genetičkih čimbenika i okolišnih uvjeta (Kushad i sur., 1999.) Kemijska stabilnost glikozinolata narušava se oštećenjem koje uzrokuju štetočine, mehaničkim oštećenjem tijekom branja, dorade i žvakanjem povrća.

Glikozinolat je stabilan sve dok je odvojen u stanici od ostalih sastojaka te pri oštećenju dolazi do kontakta metabolita i enzima mirozinaze (slika 1) koji uzrokuje hidrolizu i nastajanje različitih produkata kao što su cijanidi, janati, nitril (Kopjar I sur., 2012.).



Slika 1. Hidroliza glukozinolata (Hanshen, 2019.)

2.1.3. Uzgoj i sorte cvjetače

Za uzgoj cvjetače najpogodnija je blaga klima čije srednje temperature ne prelaze 20 °C, te zahtijeva srednje do visoku vlagu zraka i dobro raspoređene oborine. Pri temperaturama većim od 28 °C dolazi do poremećaja u razvoju, glavice ostaju sitne, rastresite i neugledne (Parađiković, 2002.). S obzirom na količinu oborina i temperaturu zraka cvjetača se u kontinentalnim predjelima uzgaja u proljeće, ranu i kasnu jesen. U brdsko-planinskim predjelima prakticira se ljetni i rani jesenski uzgoj, te u mediteranskim područjima uzgaja se kao kasna jesenska kultura i iznimno u pojedinim lokacijama kao zimska kultura. Najprikladnija su srednjeteška tla, dobre strukture i dobrog kapaciteta za vodu, neutralne ili blagokisele reakcije. Za uzgoj cvjetače primjenjuje se izravna sjetva uz dobro pripremljen sjetveni sloj te između sjetve i sadnje mora se osigurati ravnomjerna vlaga tla. Opskrba vodom je također vrlo važna u vegetativnoj i generativnoj fazi kako bi se omogućio dobar razvoj cvjetače, nedostatne količine vode mogu izazvati rano formiranje sitnih cvatova što dovodi do smanjenja ekonomskih rezultata (Lešić i sur., 2016.).

Obzirom na vrijeme uzgoja cvjetače Matotan (2008.) je podijelio hibride cvjetače na vrlo rane i rane, srednje rane i srednje kasne hibride.

Elan F1 pripada vrlo ranim hibridima čija dužina vegetacije iznosi 65 dana od presađivanja. Namijenjen je za rani ljetni uzgoj, a karakterizira ga srednja otpornost na fiziološke poremećaje, zbijene glavice plosnatog su oblika i fine zrnatosti, te prosječne težine 1,2 kg.

Rapido F1 je rani hibrid čija dužina vegetacije iznosi 70 dana od presađivanja. Koristi se za ljetnu i ranojesensku proizvodnju te je dobre otpornosti na fiziološke poremećaje i ujednačenog vremena dospijevanja za berbu. Glavica je srednje zbijenosti i fine zrnatosti, a iznosi oko 1,0 kg.

Nautilus F1 je srednje rani hibrid dužine vegetacije oko 75 dana od presađivanja, a namijenjen je za kasnoljetnu i jesensku proizvodnju. Cvat je okruglast i zbijen, težine 1,5-2,0 kg s listovima uspravnog položaja i plavkasto zelenkaste boje koji prekrivaju cvat.

Incline F1 (slika 2) je srednje kasni hibrid dužine vegetacije oko 90 dana od presađivanja namijenjen za jesensku proizvodnju. Cvatovi su zbijeni i fine zrnatosti, okruglastog oblika te postižu težinu oko 1 kg. Dobre je otpornosti na fiziološke poremećaje i osrednje ujednačenosti dospijevanja.



Slika 2. Sorta cvjetače Incline F1 (Web 2)

2.2. Magnezij

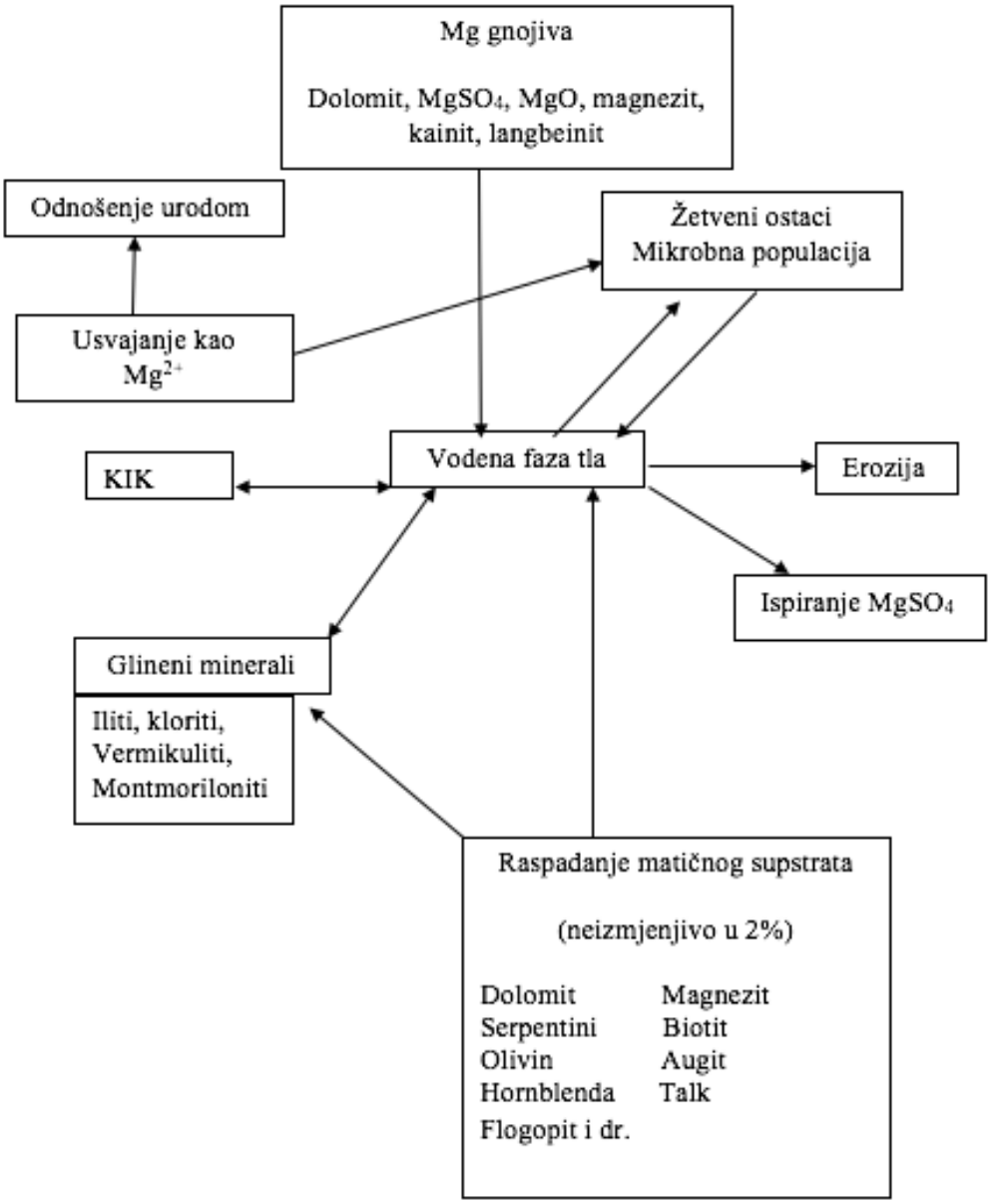
Magnezij je kemijski element 2.skupine periodnog sustava koji se označava simbolom Mg i nosi atomski broj 12. Pripada zemnoalkalijskim metalima, a u prirodi se pojavljuje u obliku tri stabilna izotopa; Mg^{24} (78,98%), Mg^{25} (10,05%) i Mg^{26} (10,97%) (Durman, 1986.). Metal je srebrnastog sjaja, srednje tvrdoće i kristalizira u heksagonalnom tipu rešetke. Zaštićen je tankim slojem oksida zbog čega je postojan na sobnoj temperaturi. Topljiv je u kiselinama, a zbog velikog afiniteta prema kisiku često se koristi kao redukcijsko sredstvo (Medić-Šarić, 1997.).

Sadržaj magnezija u Zemljinoj kori kreće se oko 2,3% čime zauzima 7. mjesto po rasprostranjenosti u okolišu pa tako magnezij u kombinaciji s dvostrukim kalcijevim karbonatom daje dolomit od kojeg su građeni čitavi gorski lanci (Emsley, 2005.). Nadalje, morska voda sadrži znatne količine magnezijevih soli te je esencijalni element za gotovo sva živa bića (Medić-Šarić, 1997.). Uključen je u mnoge procese za sintezu organske tvari,

odgovoran je za aktivaciju velikog broja enzima i povoljno utječe na metabolizam ugljikohidrata, proteina i lipida (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

2.2.1. Magnezij u tlu

Ukupni magnezij u tlu nalazi se u anorganskim i organskim spojevima. Dio magnezija prisutan je u organskom obliku koji predstavljaju biljni, životinjski i mikrobiološki organizmi te organsko-mineralni spojevi u tlu. Veći dio nalazi se u anorganskim spojevima od čega su najvažniji minerali olivin, serpentin, biotit, dolomit, vermikulit, klorit i drugi (Durman, 1986.). Raspadanjem minerala oslobađa se ion Mg^{2+} i veže se na adsorpcijski kompleks tla ili ponovo gradi sekundarne minerale (slika 3). Organske rezerve u usporedbi s anorganskim rezervama gotovo su beznačajne u ishrani bilja. Sadržaj ukupnog magnezija u tlu razlikuje se ovisno o tipu tla i supstratu iz kojeg se tlo razvilo, pa zbog toga sadržaj magnezija oscilira u širokim granicama između 0,1-1%. Vodena faza tla sadrži vrlo male količine Mg^{2+}, a izmjenjivi oblik magnezija čini 20% adsorpcijskog kompleksa ili 20-400 ppm (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). Fiziološki aktivni magnezij, odnosno magnezij kojeg biljke mogu usvojiti putem korijenovog sustava, nalazi se u obliku helata, ionskom obliku u tekućoj fazi i lako vezani u koloidnom dijelu tla. Na količinu fiziološki aktivnog magnezija pozitivno utječe ugljična kiselina, eksudati korijena, mikroorganizmi i procesi razlaganja minerala, pri čemu magnezij iz netopivih oblika prelazi u topive. Najsiromašnija tla jesu pjeskovita i lakša tla u odnosu na teža, te se na takvim tlima često pojavljuju biljke sa simptomima nedovoljne ishrane magnezijem. Na pristupačnost Mg utječe i antagonizam iona. U tlima kao što su crvenica, pjeskovita tla, tresetna tla, pseudoglej i slana tla, kod kojih u adsorpcijskom kompleksu prevladavaju natrijevi ioni, dolazi do nedostatka magnezija (Durman, 1986.).



Slika 3. Ciklus magnezija u tlu (Vukadinović, 2011.)

.

2.2.2. Magnezij u biljkama

Magnezij ima niz ključnih funkcija u biljkama. Metabolički procesi i reakcije u biljkama za koje je potreban Mg jesu : 1) fotofosforilacija (poput stvaranja ATP-a u kloroplastima), 2) fiksacija fotosintetskog ugljikovog dioksida, 3) sinteza proteina, 4) stvaranje klorofila, 5) kretanje floemom , 6) podjela i korištenje fotoasimilata, 7) stvaranje reaktivnih vrsta kisika i 8) fotooksidacija (Cakmak i Yazici, 2010).
Magnezij u suhoj tvari biljaka prosječno zauzima 0,1-1,0 %, a u suhoj tvari dobro opskrbljenih biljaka 0,15-0,35 %. Reprodukcijski organi bogati su magnezijem, a u biljkama je prosječno 50 % slobodnog magnezija i stoga je Mg^{2+} ion vrlo značajan elektrolit (Vukadinović i Vukadinović, 2011).

Najpoznatija uloga Mg^{2+} u fotosintezi je kao središnji atom molekule klorofila. Magnezij također ima ulogu u „svijetlom“ i „mračnom“ koraku fotosinteze. U koraku "svjetlosti", svjetlost podiže protonsko crpljenje iz strome u tilakoide, a formirani protonski gradijent olakšava pretvorbu ADP-a i $NADP^+$ u ATP i NADPH. U takozvanom "mračnom" koraku (koji se zapravo događa tijekom dana i za kojeg je potrebno da neki od njegovih enzima aktiviraju procese ovisne o svjetlu), enzimi locirani u stromi koriste visokoenergetske spojeve proizvedene u "svjetlosti" za smanjenje CO_2 do ugljikohidrata (Shaul, 2002.). U "mračnom" koraku Mg^{2+} aktivira enzim ribuloza-1,5-difosfat karboksilazu (Rubisco) koji pokreće karboksilaciju ribuloza 1,5-difosfata što rezultira fiksacijom CO_2 (Portis, 1992.)

2.2.3. Simptomi deficijencije magnezija kod biljaka

Deficijencija magnezija u biljkama javlja se u vidu kloroze i to prvo na starijem lišću. Klorotične pjege javljaju se između nervature plojke lista. U početku su tek malo primjetne sitne žute pjege koje postepeno postaju sve veće, nekrotiziraju i posmeđuju (slika 4). Ukoliko je deficijencija jače izražena znakovi se kreću od starijih listova prema mlađim. Za pojedine biljne vrste prisutni su specifični simptomi nedostatka magnezija, te postoje granične vrijednosti koncentracije magnezija u listu ovisno o razvojnim fazama biljke (Durman, 1986.).



Slika 4. Deficijencija magnezija na vinovoj lozi (Web 3)

2.2.4. Magnezij u ljudskom tijelu

Magnezij po količini kationa u cijelom tijelu zauzima četvrto mjesto, tijelo odrasle osobe sadrži 24 g magnezija od čega se 99% nalazi u kostima, skeletnim mišićima, bubrezima, jetri i srcu (Medić-Šarić, 1997.). Drugi je najzastupljeniji intracelularni kation koji igra važnu ulogu u staničnoj funkciji. Sudjeluje u više od 300 enzimatskih reakcija u tijelu, sudjelujući u metabolizmu glukoze, lipida, proteina i nukleinskih kiselina, u sintezi transportera H_2, te u svim reakcijama koje uključuju stvaranje i upotrebu adenozin trifosfata (ATP) (Laires i sur., 2004.) Ima ključnu ulogu za neuromuskularni prijenos podražaja, mineralizaciju kosti, sekreciju i djelovanje paratireoidnog hormona, doprinosi regulaciji vaskularnog tonusa i ritma srca.

Nedostatak magnezija kod čovjeka naziva se hipomagnezijemija. Kod osoba koje se pravilno hrane je rijedak. Obično je izazvan poremećajima u probavnom sustavu (dijarea, akutni pankreatitis, malapsorpcijski sindrom, oštećenje crijevne sluznice radioaktivnim zračenjem) ili može biti posljedica šećerne bolesti, oštećenja bubrega, primjene nekih diuretika, metaboličkih i hormonskih poremećaja. Nedostatak magnezija uvijek je praćen i nedostatkom kalcija. Manjak magnezija remetit će stanični gradijent kalija, što dovodi do gubitka kalija u stanici i nakupljanje natrija. Manjak magnezija može izazvati pojačano zgrušavanje krvi, a klinički znakovi jesu mišićni tremor, slabost, mučnina, povraćanje, poremećaju gutanja i tetanija. Hipermagnezijemija je suvišak magnezija, pojavljuje se kada koncentracija magnezija prijeđe 2 mmol/L. Može biti izazvana prekomjernim unosom putem hrane i smanjenim izlučivanjem (diuretici, akutno i kronično zatajenje bubrega, smanjeni volumen izvanstanične tekućine). Klinički simptomi hipermagnezijemije jesu slabost, bradikardija, hipotenzija i zatajenje rada srca (Medić-Šarić, 1997.).

2.2.5. Preporučeni dnevni unos magnezija

Preporuke o unosu magnezija i drugih hranjivih sastojaka date su u prehrambenim referentnim unosima (DRI) koje je razvio Odbor za hranu i prehranu (FNB) na Institutu za medicinu Nacionalnih akademija (ranije Nacionalna akademija znanosti) u Sjedinjenim Američkim Državama. DRI je opći pojam za skup referentnih vrijednosti koji se koriste za planiranje i procjenu unosa hranjivih sastojaka zdravih ljudi. Vrijednosti magnezija u ljudskom tijelu prikazani su u Tablici 1 (Web 1).

Tablica 1. Vrijednosti magnezija obzirom na spol, dob i trudnoću (Web 1)

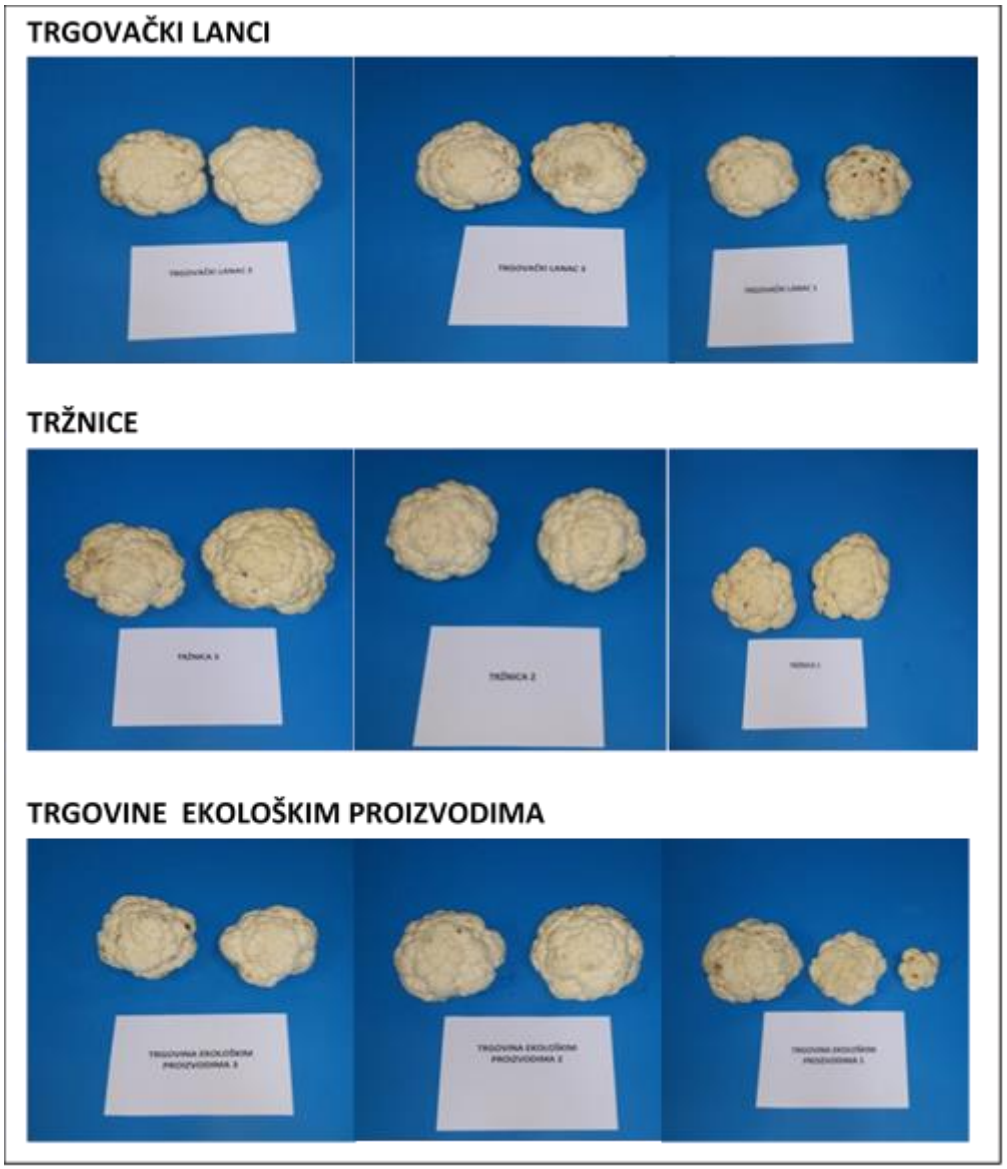
DOB	MUŠKO	ŽENSKO	TRUDNOĆA	LAKTACIJA
do 6 mj	30 mg	30 mg		
7 - 12 mj	75 mg	75 mg		
1 - 3 godine	80 mg	80 mg		
4 - 8 godina	130 mg	130 mg		
9 - 13 godina	240 mg	240 mg		
14 - 18 godina	410 mg	360 mg	400 mg	360 mg
18 - 30 godina	400 mg	310 mg	350 mg	310 mg
31 - 50 godina	420 mg	320 mg	360 mg	320 mg
51+ godina	420 mg	320 mg		

3. Materijali i metode

3.1. Uzorkovanje cvjetače

U svrhu ovog istraživanja provedeno je uzorkovanje bijelo obojenog metamorfoziranog cvata cvjetače (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) na tržištu Grada Zagreba, kako bi se utvrdila količina magnezija u cvjetači. Dana 15. studenog 2018. na području Grada Zagreba obavljeno je uzorkovanje cvjetače koje se provodilo u triplikatu 3 trgovačka lanca (Konzum, Spar i Kaufland), 3 tržnice (Dolac, Kvatrić i Trešnjevka) i 3 trgovine ekološkim proizvodima (Eko Sever, Bio&Bio, Garden).

Uvidom u deklaraciju ili usmenom komunikacijom s trgovcima na prodajnom mjestu, dobivene su informacije o uzgoju cvjetače. Uzorci cvjetače iz trgovačkih lanaca nisu imali oznaku da su ekološki proizvodi stoga se smatra da je njihov uzgoj konvencionalan, pa se pretpostavlja da su korištena mineralna gnojiva u njihovom uzgoju. U razgovoru s trgovcima rečeno je da je u uzgoju cvjetače s TRŽ1 korišten stajski i mineralni gnoj, pri uzgoju cvjetače na TRŽ 2 korišten je stajski gnoj i eko fero gnojivo, dok je pri uzgoju cvjetače TRŽ 3 korišten NPK 15-15-15, KAN te kravlji i konjski stajski gnoj u kombinaciji s pilećim peletiranim gnojem. Iz trgovina ekološkim proizvodima svi su uzorci cvjetače iz ekološkog uzgoja jer se u tim trgovinama prodaju isključivo proizvodi porijeklom iz ekološkog uzgoja s odgovarajućim eko znakom.



Slika 5. Svježi uzorci (Petek, 2019)

3.2. Kemijska analiza

Prosječni uzorci cvjetače su nakon prikupljanja dostavljeni u Analitički laboratorij Zavoda za ishranu bilja Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, gdje je provedena kemijska analiza uzoraka cvata cvjetače. Svakom uzorku je dodijeljen analitički broj nakon čega se unosio u matičnu knjigu laboratorija. Uzorci cvjetače očišćeni su od listova, nakon čega su sjeckani i samljeveni. Uzorci su osušeni na 105 °C, nakon čega su usitnjeni i homogenizirani. Da bi se utvrdila količina magnezija, usitnjeni uzorci razgrađeni su koncentriranom dušičnom kiselinom (HNO_3) i perklornom kiselinom ($HClO_4$) u mikrovalnoj peći, nakon čega se magnezij određivao atomskom apsorpcijskom spektrometrijom - AAS (AOAC, 2015). Suha tvar je određena gravimetrijski sušenjem do konstantne mase.



Slika 6. Svježi uzorak (Brajer,2019)



Slika 7. Suhi uzorci (Brajer 2019.)

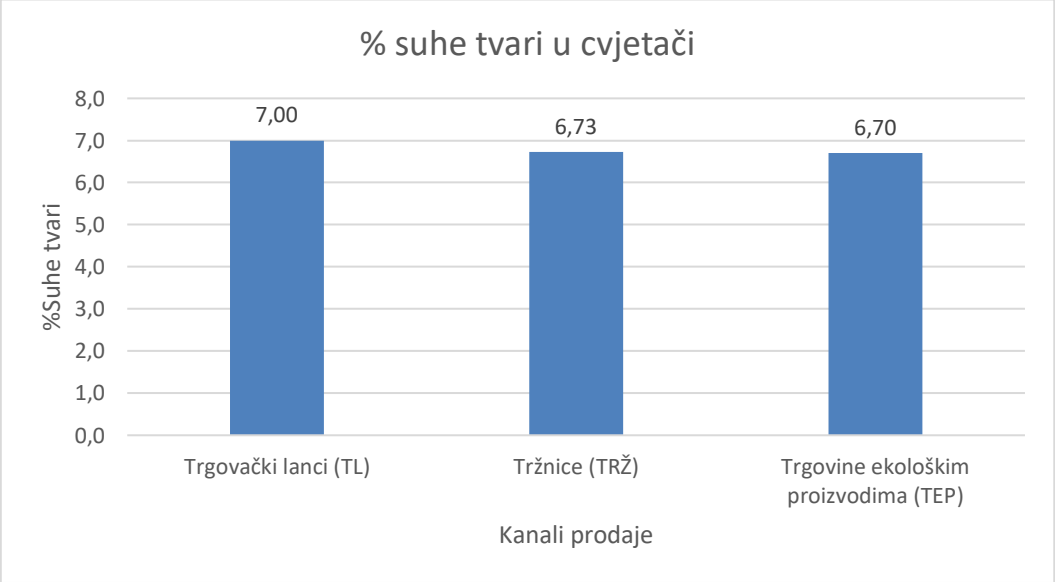
3.3. Obrada podataka

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

4.1. Suha tvar u cvjetači

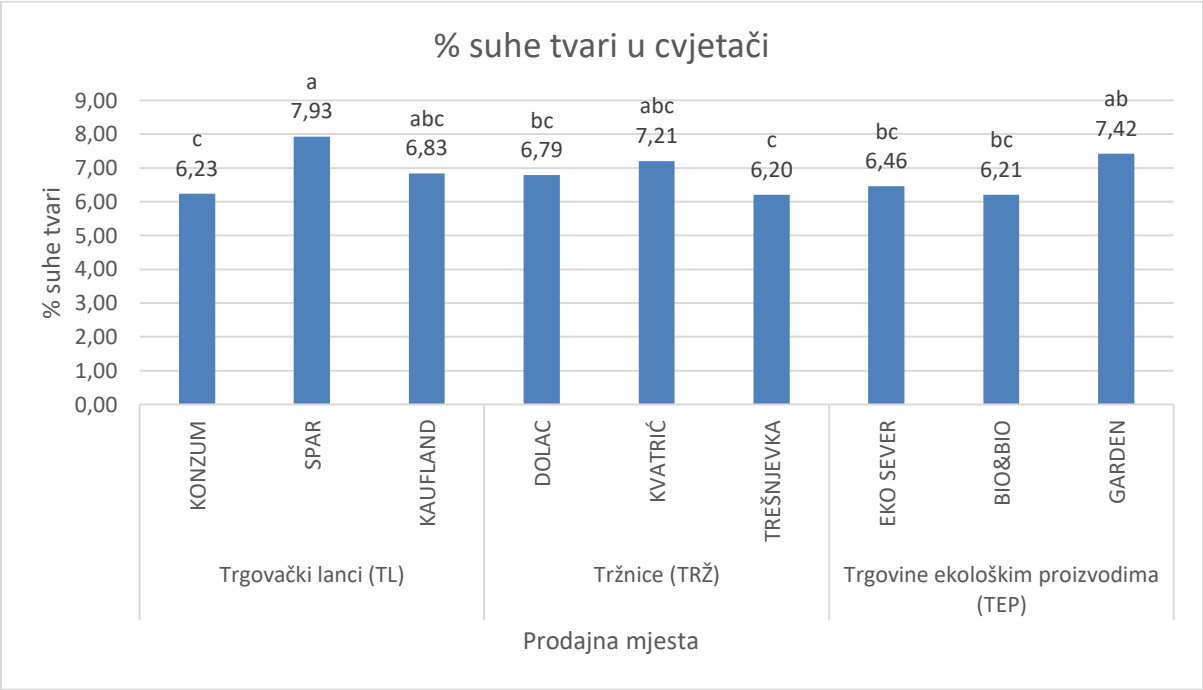
Grafikon 1. prikazuje prosječne vrijednosti količine suhe tvari (ST) u cvjetači uzorkovane u trgovačkim lancima, tržnicama i trgovinama ekološkim proizvodima. Ukupna količina suhe tvari u istraživanim uzorcima cvjetače kretala se od 6,70% do 7% ST. Najveća prosječna vrijednost suhe tvari utvrđena je u cvjetača koja je uzorkovana u trgovačkim lancima i statistički se značajno ne razlikuje od uzoraka cvjetače s tržnica ili trgovina ekološkim proizvodima.



Grafikon 1. Prosječni postotak suhe tvari u cvjetači u trgovačkim lancima, tržnicama i trgovinama ekoloških proizvoda

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

U Grafikonu 2. prikazane su vrijednosti suhe tvari prema mjestu prodaje. Najveća vrijednost utvrđena je u cvjetači koja je uzorkovana u Sparu (7,93% ST), a najmanja u cvjetači s tržnice Trešnjevka (6,20% ST). Prema Parađiković (2011.) količina suhe tvari u cvjetači iznosi 11-13% ST što su veće vrijednosti od vrijednosti dobivenih ovim istraživanjem.

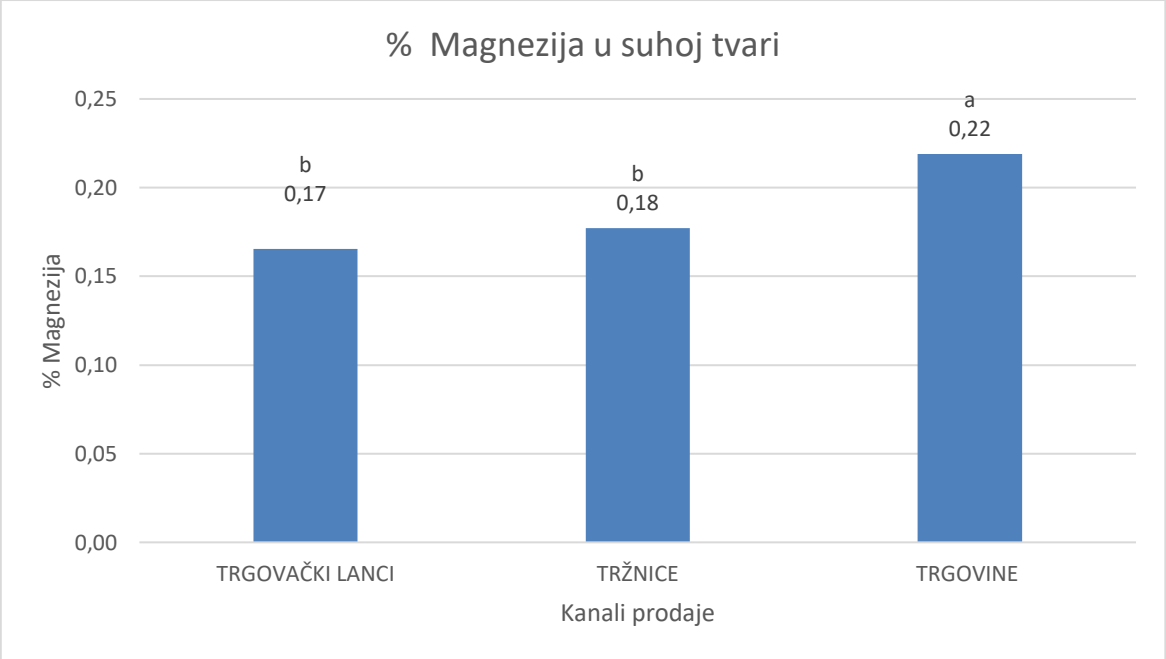


Grafikon 1. Postotak suhe tvari na različitim prodajnim mjestima

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

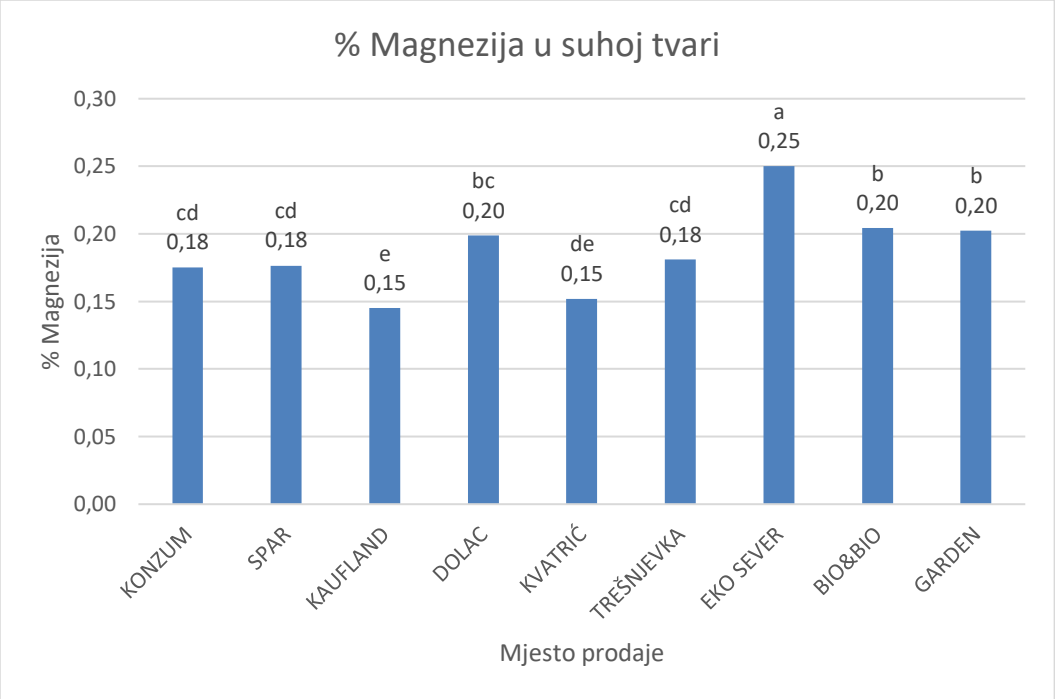
4.2. Magnezij u suhoj tvari cvjetače

Grafikon 3. prikazuje količinu magnezija izraženu u postocima po količini suhe tvari. Najveća prosječna vrijednost magnezija u suhoj tvari utvrđena je u cvjetači koja je uzorkovana u trgovinama ekološkim proizvodima (0,22% Mg ST), te se signifikantno razlikuje od vrijednosti uzoraka iz trgovačkih lanaca (0,17% Mg ST) i tržnica (0,18% Mg ST).



Grafikon 3. Prosječna količina magnezija u trgovačkim lancima, tržnicama i trgovinama ekološkim proizvodima
Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Tukeyevom testu, p≤0,05. Vrijednosti, kojima nije pridruženo slovo, nisu značajno različite

Grafikon 4. prikazuje vrijednosti količine magnezija u suhoj tvari (%Mg ST) koje se kreću od 0,15 % Mg ST (tržnica Kvatrić i Kaufland) do najveće vrijednosti koja iznosi 0,25% Mg ST (Eko Sever) i međusobno se signifikantno razlikuju.

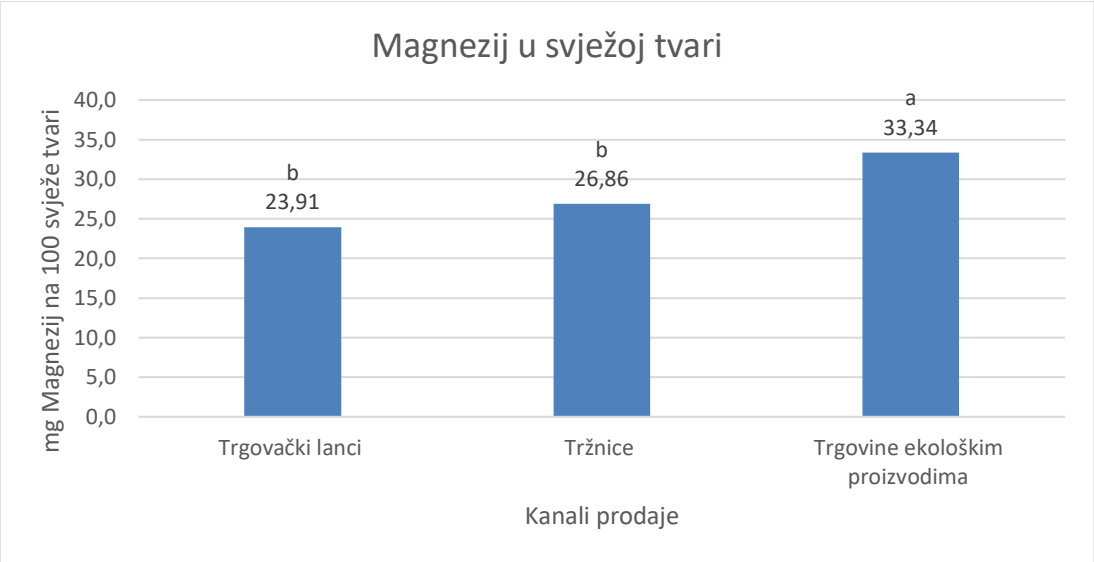


Grafikon 4. Količina magnezija u suhoj tvari po prodajnim mjestima

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

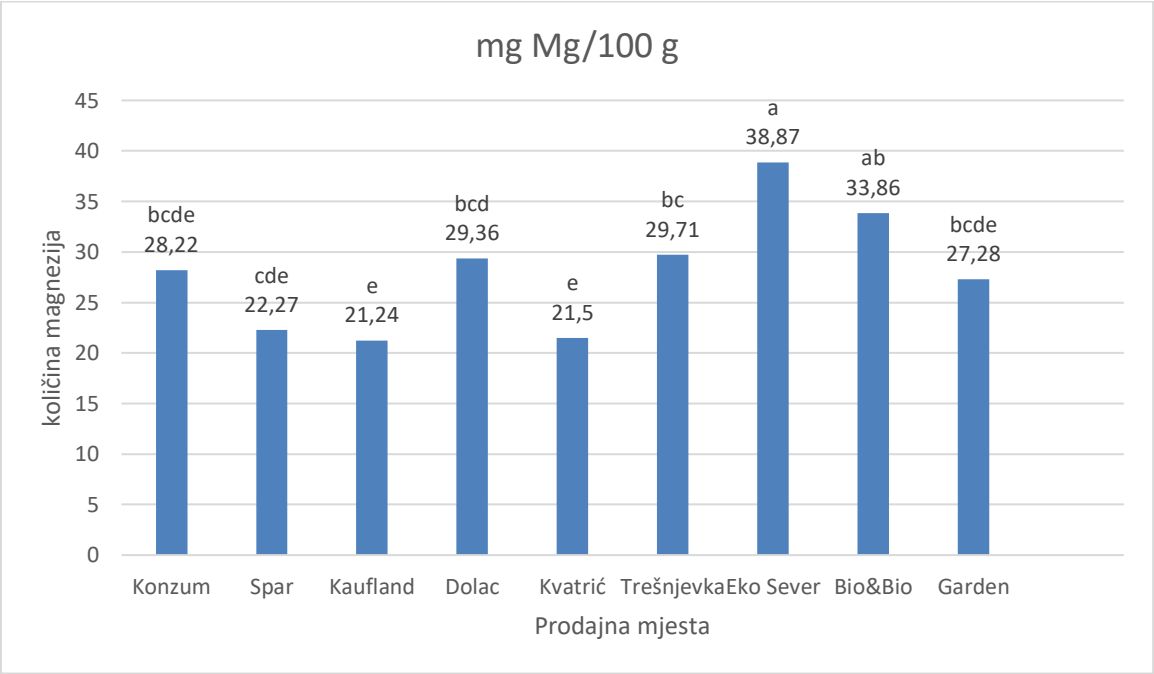
4.3. Magnezij u svježoj tvari

Grafikon 5. prikazuje vrijednost količine magnezija izražena u mg Mg na 100 g svježe tvari. Analizom uzoraka dobiveni su rezultati u kojima se prosječna vrijednost uzoraka iz trgovina ekološkim proizvodima (33,34 mg Mg/100 g svježe tvari) signifikantno razlikuje od vrijednosti uzoraka iz trgovačkih lanaca (23,91 mg Mg/100 g svježe tvari) i tržnica (26,86 mg Mg/100 g svježe tvari).



Grafikon 5. Količina magnezija u svježoj tvari po kanalima prodaje
Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Tukeyevom testu, p≤0,05. Vrijednosti, kojima nije pridruženo slovo, nisu značajno različite.

U Grafikonu 6. prikazana je količina magnezija u svježoj tvari prema mjestima prodaje. Statistički najveća vrijednost dobivena je iz cvjetače uzorkovane iz prodajnog mjesta Eko Sever s vrijednosti od 38,87 mg Mg/100 g svježe tvari. Najmanja vrijednost iznosila je 21,24 mg Mg/100 g svježe tvari u cvjetači iz Kauflanda. Slične vrijednosti imali su uzorci cvjetače s tržnice Kvatrić (21,50 mg Mg/100 g svježe tvari) i Spar (22,27 mg Mg/100 g svježe tvari). Cvjetača iz Eko Sever prodajnog mjesta i cvjetača iz Kauflanda imaju signifikantno različite vrijednosti.



Grafikon 6. Količina magnezija u svježoj tvari po mjestima prodaje
Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Tukeyevom testu, p≤0,05. Vrijednosti, kojima nije pridruženo slovo, nisu značajno različite.

Prema Lešić i sur. (2016.) količina magnezija u svježoj tvari iznosi 0,2-17 mg/100 g, USDA (2018.) navode količinu magnezija od 15 mg Mg/100 g, te TWHF (2019.) 11,16mg/100 g. Rezultati dobiveni analizom znatno su veći u usporedbi sa literaturnim podacima. U uzgoju cvjetače iz trgovačkih lanaca korišten je konvencionalan način proizvodnje u kojemu se upotrebljavaju mineralna gnojiva koja sadrže više hranjivih tvari u odnosu na organska gnojiva. Stoga veće količine magnezija u cvjetači iz trgovačkih lanaca mogu se pripisati korištenjem mineralnim gnojivima.

Preporučeni dnevni unos magnezija razlikuju se s obzirom na spol, dob i trudnoću. Za mušku osobu u dobi između 18-30 godina iznosi 400 mg, te za žensku osobu 310 mg (Web 1). Unosom 100 g cvjetače iz ekološke proizvodnje muške osobe mogu namiriti 8,13 % dnevnog unosa Mg , a ženske osobe 10,75% dnevnog unosa Mg. Konzumacijom 100 g cvjetače iz trgovačkih lanaca muške osobe mogu namiriti 5,98% dnevnog unosa Mg, a ženske osobe 7,71% dnevnog unosa Mg, te konzumacijom 100 g cvjetače s tržnica muške osobe mogu namiriti 6,71% dnevnog unosa, a ženske osobe 8,66% dnevnog unosa Mg.

5. Zaključak

Istraživanjem su utvrđene količine magnezija u cvatu cvjetače s različitih prodajnih mjesta u gradu Zagrebu.
Utvrđena količina magnezija u suhoj tvari cvjetače kretala se u rasponu od 0,17% do 0,22% Mg ST.
Utvrđena količina magnezija u svježoj tvari kretala se u rasponu od 21,24 do 38,87mg Mg/100 g svježe tvari.
Najveća količina magnezija u suhoj i svježoj tvari cvjetače utvrđena je u trgovinama ekološkim proizvodima.
Konzumacijom 100 g svježe cvjetače iz provedenog istraživanja može se podmiriti 5,98-10,75% dnevnih potreba za magnezijem.

6. Literatura

1. Durman, P. (1986). Magnezij i magnezijeva gnojiva. Zagreb
2. Emsley, J. (2005) Vodič kroz elemente. Zagreb
3. Hanschen i sur. (2019). Identification Of N-Acetyl-S-(3-Cyano-2-(Methylsulfanyl) Propyl-Cysteine as a Major Human Urine Metabolite from the Epithionitrile 1-Cyano-2,3-Epithiopropane, the Main Glucosinolate Hydrolysis Product from Cabbage. Nutrients. 11(4): 908
4. Ismail, C. Atilla, M. (2010.) , Magnesium: A Forgotten Element in Crop Production. Better Crops. 94 (2). 23-25
5. José Laires, M. Monteiro, C.P. i Bicho, M. (2004.) Role of cellular magnesium in health and human disease. University of Lisbon, Portugal
6. Kopjar, M. (2012.) Glukozinolati: Biodostupnost i utjecaj na zdravlje ljudi. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek
7. Laires, M. (2004). Role of cellular magnesium in health and human disease. Technical University od Lisbon. Portugal
8. Lešić i sur. (2016). Povrćarstvo. lll. Dopunjeno izdanje. Zrinski. Čakovec
9. Lutkić, A. Jurić, A. (2008). Biokemija 6 izdanje. Medicinska naklada Zagreb
10. Matotan,Z. (2008). Zeljasto povrće. Bjelovar : AZ Promo
11. Medić-Šarić, M. (1997). Vitamini i minerali. Zagreb
12. Orit, S. (2002) Magnesium transport and function in plants: the tip of the iceberg. Faculty of Life Sciences, Bar-Ilan University. Ramat-Gan 52900. Israel
13. Parađiković, N. (2009). Opće i specijalno povrćarstvo. Osijek : Poljoprivredni fakultet u Osijeku
14. Parađiković, N. (2002). Osnove proizvodnje povrća. Osijek
15. TWHF - The World's Healthiest Foods. (2019). http://www.whfoods.com/genpage.php?tname=foodspice&dbid=13
16. USDA - United States Department of Agriculture. (2018). https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/11135?fgcd=&manu=&format=&count=&max=25&offset=&sort=default&order=asc&qlookup=cauliflower&ds=&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing=
17. Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2011). *Ishrana bilja.* s.l. : Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
18. Web 1 https://ods.od.nih.gov/factsheets/Magnesium-HealthProfessional/ pristupljeno: 7.8.2019.
19. Web 2 https://agrobloghortikultura.wordpress.com/2016/05/15/magnezij-u-tlu-i-biljci/ pristupljeno: 5.8.2019.
20. Web 3 https://sakata.co.za/product/incline-f1-hybrid-cauliflower/ pristupljeno: 17.7.2019.

7. Životopis

Ana Antonija Benazić rođena je 13.06.1996. u Puli. Nakon završene Osnovne škole maturirala je 2014.godine pri Općoj gimnaziji u Puli. Iste godine upisala je Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu gdje je 2017.godine završila preddiplomski studij Hortikulture te stekla akademski naziv Sveučilišna prvostupnica (baccalaurea) inženjerka hortikulture (univ. bacc. ing. agr.). Nakon završenog preddiplomskog studija upisala je diplomski studij Agroekologija- Mikrobna biotehnologija u poljoprivredi.