Količina magnezija u plodu paprike pri folijarnoj primjeni kalcijevih poboljšivača

Pervan, Klara

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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:204:017809

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Agriculture

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

KOLIČINA MAGNEZIJA U PLODU PAPRIKE PRI FOLIJARNOJ PRIMJENI KALCIJEVIH POBOLJŠIVAČA

DIPLOMSKI RAD

Klara Pervan

Zagreb, rujan, 2021.

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Agriculture

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij: Agroekologija

Mikrobna biotehnologija u poljoprivredi

KOLIČINA MAGNEZIJA U PLODU PAPRIKE PRI FOLIJARNOJ PRIMJENI KALCIJEVIH POBOLJŠIVAČA

DIPLOMSKI RAD

Klara Pervan

Mentor:
Izv. prof. dr. sc. Marko Petek

Zagreb, rujan, 2021.

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Klara Pervan**, JMBAG 0284011323, rođena 04.10.1995. u Sinju, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

KOLIČINA MAGNEZIJA U PLODU PAPRIKE PRI FOLIJARNOJ PRIMJENI KALCIJEVIH POBOLJŠIVAČA

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/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____ _____

Klara Pervan

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Agriculture

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Klare Pervan**, JMBAG 0284011323, naslova

KOLIČINA MAGNEZIJA U PLODU PAPRIKE PRI FOLIJARNOJ PRIMJENI KALCIJEVIH POBOLJŠIVAČA

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo: potpisi:

1. Izv. prof. dr. sc. Marko Petek mentor _____
2. Izv. prof. dr. sc. Klaudija Carović-Stanko član _____
3. Doc. dr. sc. Sanja Radman član _____

Zahvala

“Zahvalnost pretvara ono što imamo u dovoljno, i više. Pretvara poricanje u prihvaćanje, kaos u red, zbunjenost u jasnoću… daje smisao prošlosti, donosi mir za danas i stvara viziju za sutra.”

– Melody Beattie

Zahvalna do neba mojoj obitelji i prijateljima na neizmjernoj ljubavi, potpori i strpljenju. Hvala što ste bili uz mene u svim dobrim, ali i manje dobrim trenutcima. Što ste mi bili oslonac uvijek, a ponajviše tijekom diplomskog studija. Što ste vjerovali u mene i kada ja nisam.

Zahvaljujem svome mentoru izv. prof. dr. sc. Marku Peteku na savjetima i vremenu izdvojenom za mene pri izradi ovog diplomskog rada.

Sadržaj

1. Uvod ... 1

1.1 Cilj rada ... 2

2. Pregled literature ... 3

2.1 Morfološka i biološka svojstva paprike ... 3

2.2 Sortiment ... 4

2.2.1 Krupnoplodne ... 4
2.2.2 Sitnoplodne ... 4

2.3 Uzgoj ... 5

2.4 Gnojiva ... 5

2.5 Bolesti paprike ... 7

*2.*6 Kvaliteta plodova ... 8

2.7 Makrohraniva ... 8

2.7.1 Kalcij ... 9

2.7.2 Magnezij ... 10

2.7.2.1 Magnezij u biljci ... 10
2.7.2.2 Magnezij u ljudskom tijelu ... 12

3. Materijali i metode ... 13

3.1 Postavljanje pokusa ... 13

3.2 Kemijska analiza plodova ... 13

3.3 Statistička analiza podataka ... 14

4. Rezultati i rasprava ... 15

5. Zaključak ... 20

6. Literatura ... 21

Životopis ... 25

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Klare Pervan**, naslova

KOLIČINA MAGNEZIJA U PLODU PAPRIKE PRI FOLIJARNOJ PRIMJENI KALCIJEVIH POBOLJŠIVAČA

Magnezij i kalcij esencijalna su biljna hraniva iz grupe makroelemenata koji pri određenim uvjetima u tlu mogu imati antagonistički odnos. Primarna funkcija kalcija kod biljaka je strukturna, a magnezij je sastavni dio klorofila. Iako se kalcij najčešće prirodno nalazi u tlu u dovoljnim količinama i ne zahtijeva dodatan unos putem gnojiva, katkad je potrebno provoditi folijarnu prihranu, osobito plodovitog povrća poput paprike. Pri njegovom nedostatku plodovi gube na vizualnoj i nutritivnoj kvaliteti. Naravno, folijarna prihrana jednim elementom utječe i na količinu usvojenih ostalih elemenata (npr. magnezija), a time i na ukupni mineralni sastav ploda paprike. Cilj ovog rada je utvrditi utjecaj folijarnih kalcijevih materijala na količinu magnezija u mesu ploda paprike. Poljski gnojidbeni pokus po metodi slučajnog bloknog rasporeda u 3 ponavljanja proveden je s dva kultivara paprike (*Capsicum annuum* L.) (babura – 'Šorokšari' i rog – 'Kurtovska kapija'). Pokus je uključivao 4 folijarna tretmana gnojidbe kalcijevim poboljšivačima rasta (kontrola – primjena samo vode, Ecogreen 3 g/L –niža koncentracija, Ecogreen 5 g /L – viša koncentracija i Zeogreen+P 5 g/L). Rezultati pokazuju da je kod sorte 'Kurtovska kapija' utvrđen viši udio suhe tvari kod tretiranih paprika u odnosu na kontrolu, dok kod sorte 'Šorokšari' ta razlika nije uočena. Zatim je utvrđen pozitivan učinak tretmana na količinu magnezija u suhoj tvari ploda paprike kod sorte 'Šorokšari', a negativan kod sorte 'Kurtovska kapija' u odnosu na kontrolni tretman. Uz to, kod obje sorte uočen je pozitivan učinak tretmana na količinu magnezija u svježoj tvari paprike.

Ključne riječi: *Capsicum annuum*, biljna hraniva, kvaliteta plodova paprike, minerali

Summary

Of the master's thesis – student **Klara Pervan,** entitled

MAGNESIUM CONTENT OF SWEET PEPPER FRUITS ACCORDING TO APPLICATION OF CALCIUM AMENDMENTS

Magnesium and calcium are essential plant macroelements that in some cases can have antagonistic relation in soil. Calcium primary has structural role in plants, while magnesium is a part of chlorophyll. Although calcium can naturally be found in soil in respected amounts and it is not necessary to use fertilizers containing calcium, sometimes it is better to perform foliar nutrition, particularly in case of fruit vegetables, such as bell pepper. Calcium deficiency leads to poor visual and nutritive quality of the fruit. Foliar nutrition also affects uptake of other macroelements like magnesium and and thus to the total mineral composition of the bell pepper fruit. Goal in this paper is to determine the effect of foliar nutrition containing calcium on magnesium content in bell pepper fruits. Field fertilization experiment by the method of Random block design in 3 replications was carried out with two cultivars of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) ('Šorokšari' and 'Kurtovska kapija'). The experiment included 4 foliar fertilization treatments with calcium biostimulants (control - application of water only, Ecogreen 3 g/L - lower concentration, Ecogreen 5 g/L - higher concentration and Zeogreen + P 5 g/L). Results show that in case of 'Kurtovska kapija' cultivar higher dry matter content was determined compared to control tretament, while in case of 'Šorokšari' cultivar no difference was determined. Further, positive effect of the treatment was obtained in bell pepper magnesium dry matter content in 'Šorokšari' cultivar and negative effect in 'Kurtovska kapija' cultivar compared to control treatment. In both cultivars positive the effect of treatment on bell pepper magnesium fresh matter content was observed.

Keywords: *Capsicum annuum*, plant nutrition, quality of pepper fruits, minerals

1. Uvod

Paprika, *Capsicum annuum*, je jednogodišnja, zeljasta biljka koja potječe iz Južne Amerike, a u Europu su ju donijeli Španjolci u 15. st. Od tamo se proširila skroz do Turske, a u Europi se najviše uzgaja u Mađarskoj. Počela se spominjati već krajem 16. st., u početku samo kao začin, a kasnije se razvila i poljoprivredna proizvodnja (Zayed i sur., 2013). Paprika pripada porodici Solanaceae i dijeli se u dvije skupine, na krupnoplodne i sitnoplodne. U krupnoplodne sorte se ubrajaju sorte zvonolikog oblika ploda (babure), okruglog ploda (rotund ili paradajz paprike), te izduženog ploda (kapije i rog paprike). Od sitnoplodnih sorti, uglavnom s plodovima mase manje od 20 g, najpoznatiji su feferoni (web1). Ta porodica osim paprika, obuhvaća i rajčicu, patlidžan, krumpir, duhan i petunije (Moscone i sur., 2007).

Rod *Capsicum* je vrlo zanimljiv za anatomska i morfološka istraživanja, zbog velikog diverziteta među vrstama prvenstveno zbog njihovog izgleda. Iako je rod porijeklom iz tropskih područja Južne Amerike, kultivirane vrste mogu se pronaći diljem svijeta u obliku hrane, začina i ukrasa (Perry i sur., 2007). Upravo zbog te velike varijabilnosti, teško je odrediti taksonomiju. Nekad su se vrste taksonomski dijelile prema boji i obliku ploda (Munting, 1974), dok se danas istraživanja temelje uglavnom na molekularnim metodama. Prema podacima iz 2010. godine, paprika se najviše proizvodila na području Azije, točnije u Kini koja je 2008. godine proizvela oko 254 tisuće tona ljute i slatke paprike i Indiji s 1,23 milijuna tona (FAOSTAT 2010).

U ljudskoj prehrani paprika se nalazi već stoljećima i uvelike su poznati njezini pozitivni učinci na ljudsko zdravlje. Među različitim vrstama povrća, paprika je iznimno bogata kapsaicinoidima, karotenoidima, tokoferolima, provitaminom A, askorbinskom kiselinom i raznim antioksidansima. Uz to, chilli papričice su bogate i ksantofilima i vitaminom B1, B3 i P (Bosland i sur. 2000). Ljuta paprika sadrži proteine (1,9 g), šećere (5,3 g), vlakna (1,5 g), masti (0,4 g), vitamin A (32%), bakar (14%), željezo (13%), kalij (7%) i magnezij (6%) (David, 2018). Crvena paprika sadrži dvostruko više provitamina A od mrkve i isto toliko više vitamina C od zelene paprike, a djeluje i kao antioksidans i ima protuupalna svojstva (Bosland i sur. 2000). Slatka paprika je više vlaknasta i izvor je različitih vlakana koja mogu pomoći u snižavanju kolesterola u krvi i regulaciji dijabetesa (Mateljan 2018).

Prema podacima Ministarstva poljoprivrede iz 2017. godine u Hrvatskoj je poljoprivredna proizvodnja moguća tijekom cijele godine zahvaljujući klimatskim uvijenima i kvaliteti tla. Kada se radi o proizvodnji povrća, u 2017. godini intenzivnom proizvodnjom proizvedeno je 149 968 tona povrća, a manji dio proizveden je na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima. Tijekom 2017. godine u Hrvatskoj su se najviše proizvodile rajčica (22,7%), bijeli kupus (19,5%), luk i češnjak (11,4%), paprika (10,6%) i mrkva (7,5%) (web 2).

Paprika najbolje uspijeva na tlu koje je bogato humusom te je rastresito, a čiji je pH između 6,0 i 6,8. Tlo za sadnju potrebno je pripremiti u jesen oranjem, a prije same sadnje tlo je potrebno usitniti i pognojiti. U tu svrhu potrebno je provesti analizu tla, kako bi se mogao odrediti sastav hranivih tvari i izabrati vrsta gnojiva (Matotan 2002).

Magnezij je uz kalcij i sumpor jedan od 3 najvažnija elementa koji su biljkama neophodni za pravilan rast i razvoj. Vjerojatno najvažnija uloga magnezija jest u molekuli klorofila gdje se nalazi u središnjem dijelu. Klorofili biljkama daju zelenu boju i odgovorni su

za proces fotosinteze. Uz to, magnezij aktivira i veliki broj enzima potrebnih za rast i razvoj, a potiče i sintezu proteina (Yang i sur. 2019).

Poput biljaka, magnezij u ljudskom tijelu ima također veliki broj strukturnih i funkcionalnih uloga. Između ostalog, služi kao kofaktor za više od 300 različitih enzima, čime sudjeluje u regulaciji velikog broja osnovnih funkcija u ljudskom tijelu poput kontrakcije mišića, glikemijske kontrole, kontrakcija miokarda i krvnog tlaka (Bertinato i sur. 2015). Magnezij ima vrlo važnu ulogu i u proizvodnji energije, aktivnom membranskom transportu, sintezi jezgrenih komponenti i razvoju kosti (Grober i sur. 2015).

1.1 Cilj rada

Cilj ovog rada je utvrditi utjecaj folijarnih kalcijevih materijala na količinu magnezija u mesu ploda paprike.

2. Pregled literature

2.1 Morfološka i biološka svojstva paprike

Paprika je jednogodišnja zeljasta biljka, s uspravnom i razgranatom stabljikom (do 80 cm visine). Listovi su jednostavno građeni, a sastoje se od peteljke i duguljaste plojke. Korijen joj je slabo razvijen, a sastoji se od primarnog korijena i bočnog korijenja koje se brzo grana nakon presađivanja plitko u tlu (web 3). Cvjetovi se razvijaju uglavnom pojedinačno, a moguće je i u manjim skupinama. Svijetle su boje, svijetlo žutih i sivih nijansi sa svijetlozelenom zvonastom čaškom (Slika 1). Čaška se sastoji uglavnom od 5 ili više lapova, dok se u vjenčiću nalazi do 8 međusobno sraslih latica. U cvijetu se nalazi uglavnom 5 prašnika sraštenih uz latice, dok se tučak sastoji od peterogradne plodnice s velikim brojem sjemenih zametaka (Munting, 1974).

Obzirom na rast i način grananja biljke, razlikuju se indeterminantni i determinantni rast. Kod indeterminantnog rasta se nakon 7-12 listova na vrhu razvija prvi cvijet, a iz istog koljenca rastu 2-4 nove grančice s cvijetom na kraju. S druge strane, kod determinantnog rasta cvijet se razvija nakon 6-8 listova, no iz istog koljenca se grana 8-12 kratkih grančica na čijim vrhovima se također nalazi cvijet (Lešić i sur., 2004). Prvi cvjetni pupovi krenu se pojavljivati kada dnevna temperatura kroz duži period bude viša od 34 °C, a noćna viša od 21 °C (Erickson i Markhart 2002).

Plod paprike (Slika 1) iznutra je podijeljen pregradama na nekoliko dijelova o čemu ovisi i izgled paprike. Unutar ploda nalazi se sjemena loža gdje se može pronaći većina sjemenki, a ovisno o veličini i razvijenosti paprike, može se razviti i do 500 sjemenki (web 3). Sjemenke su bubrežaste i glatke, svijetložute boje. Obavija ih sjemena lupina, a u unutrašnjosti se nalazi endosperm s hranivim tvarima koje pomažu mladoj biljci da raste. Uz to, u sjemenkama se nalazi i klica sa supkama te njezin korijen. Ukoliko su povoljni uvjeti, sjemenka može proklijati i do 5 godina nakon izdvajanja iz ploda (Lešić i sur. 2004). Upravo se na temelju izgleda ploda određuju kultivari paprike. Rod *Capsicum* pokazuje veliku varijabilnost u tipu, izgledu, boji, okusu i biokemijskom sastavu ploda (Dagnoko i sur. 2013).



Slika 1. Cvijet paprike (lijevo) i plodovi paprike na stabljici (desno) (web 4).

2.2 Sortiment

2.2.1 Krupnoplodne

Većina sorti paprike pripada u krupnoplodne sorte, uglavnom zbog češćeg uzgoja. U ovu skupinu pripadaju paprike stožastog (babura, kapije, rog, začinske) i okruglog (rotound) oblika.

Sorta babura ima najviše registriranih sorti ovog tipa u Hrvatskoj, ali i svijetu, a uz to je i najčešće uzgajana. Morfološki, ima oblik prizme sa 3 ili 4 vrha, s isto toliko pregrada sa sjemenkama. Osim njih, u ovu skupinu pripadaju i sorte koje imaju samo jedan vrh (oštar ili zaobljen) (web 5). Njihovi su plodovi vrlo krupni, crvenih, narančastih i žutih nijansi. Obzirom na brojnost sorti unutar sorte babura, moguće ih je uzgajati tijekom duljeg perioda u godini, u zatvorenim prostorima ili na otvorenom. Zrelost se određuje na temelju veličine i boje, a uglavnom su blagog i slatkastog okusa (Gil i Tudela 2020).

Kapije su među najčešćim sortama koje se koriste u prerađivačkoj industriji. Njihovi plodovi su spljošteni, a najčešće se koriste za spremanje zimnice i pečenje paprike te za proizvodnju ajvara. Kada su zrele, uglavnom poprimaju crvene do tamnocrvene nijanse, a uzgajaju se uglavnom na otvorenim prostorima (web 6). Sorta rog je oblikom dosta slična kapijama no plodovi im nisu spljošteni, nego dugački, stožastog oblika. Također su crvene boje kada su posve zrele. Za razliku od kapija, mogu se uzgajati i u zatvorenim prostorima, a također se koriste za pripremu ajvara, posebice nove sorte Slavonka i Podravka (Matotan 2010).

U krupnoplodne vrste pripadaju još začinske paprike od kojih su u Hrvatskoj registrirane samo dvije vrste: Horgoška slatka 2 i Szegedi 20. Uzgajaju se najčešće na području Slavonije i Baranje (Jurišić i sur. 2004). Imaju tanak perikarp što im omogućuje da se osuše u fiziološkoj zrelosti još dok su na biljci. Karakteristična crvena boja sorti se ne gubi sušenjem, a plodovi mogu biti ljuti ili slatki zbog čega se dalje prerađuju sušenjem i mljevenjem. Plodovi ove vrste paprike dugački su 8-15 cm i široki od 2-4 cm i imaju 3 sjemene pregrade. Prosječna težina im je otprilike 20 grama. One također nalikuju kapijama i rogu, ali su nešto kraće i uže, crvenih nijansi. Ovisno o udjelu kapsaicina, okus im varira od slatkih do ljutih (web 7). Osim kapsaicina, obiluju i aromatskim tvarima koje se nalaze u perikarpu i mezokarpu (Jurišić i sur. 2004). Obzirom na tanki perikarp lako se suše i melju, što je idealno za pripremu začina. Baš poput kapija, uzgajaju se uglavnom na otvorenim prostorima (web 8).

Plodovi sorte rotund su, za razliku od ostalih do sad navedenih, okruglog oblika, pri čemu im je promjer uglavnom duplo veći od njihove visine. Kada su posve zreli poprimaju crvenu boju. Mogu se uzgajati samo na otvorenim prostorima, a koriste se u prerađivačkoj industriji uglavnom za kiseljenje (web 5). Imaju nešto deblji perikarp. Mogu se uzgajati već od ranog proljeća, a relativno su otporne na različite bolesti (Samuels 2014).

2.2.2 Sitnoplodne

U ovu skupinu paprika pripadaju sorte čiji su plodovi sitni, kako im i samo ime kaže. Najpoznatija sorta sitnoplodnih paprika su feferoni (Nadeem i sur. 2011). Morfološki, većinom su stožastog oblika, duguljaste i uske. Kada su zrele, poprimaju različite nijanse boja, od žutih do intenzivno crvenih. U ovu skupinu pripadaju i paprike tipa tabasco, sitne paprike slične feferonima, ali jako ljute. Koriste se uglavnom za izradu ljutih umaka, a uzgajaju se i kao

ukrasne paprike (web 5). Uz umake, koriste se još i za proizvodnju curry i chilli praha. Također sadrže različite količine kapsaicina prema kojima se određuje ljutina papričice (Nadeem i sur. 2011).

2.3 Uzgoj

Papriku je moguće uzgajati već u rano proljeće, no takav uzgoj ograničen je na plastenike. Češće se, posebice za vlastitu proizvodnju, paprika uzgaja na otvorenom tijekom toplijih mjeseci u godini. Uobičajeno je papriku uzgajati iz presadnica jer će tako sama biljka biti otpornija i smanjuje se mogućnost smrzavanja. Osim niskih temperatura, paprici ne odgovaraju ni izuzetno visoke temperature, posebice iznad 36°C. Optimalna temperatura za njezin rast i razvoj je između 22 i 25°C (Matotan 2002). Visoke temperature mogu dovesti do značajnog gubitka prinosa, ne samo kod paprike nego i kod brojnih drugih, temperaturno osjetljivih vrsta. Toj činjenici ne pogoduju ni brojna istraživanja koja predviđaju sve veći broj dana s ekstremno visokim temperaturama uslijed globalnog zatopljenja (Erickson i Markhart 2002). A upravo je temperatura i ključan faktor koji određuje koliko će se plodova na jednoj biljci razviti i dozrjeti. Ako je temperatura preniska, biljci treba puno više vremena da se ukorijeni, sporo raste, dolazi do žućenja listova i biljka se često ni ne uspije oporaviti (Lešić i sur. 2014).

Uz povoljne temperature, rast i razvoj paprike uvelike ovisi o dostupnim količinama vode. Prema tome, papriku je potrebno dodatno zalijevati ukoliko nema dovoljno kiše. Najbolje je već prilikom pripreme tla osigurati sustav za navodnjavanje. Paprika ima slabo razvijen korijenov sustav i vodu uzima iz gornjih slojeva tla, stoga joj spori sustav navodnjavanja uvelike odgovara (web 7). Temperatura, količina dostupne vode i vlažnost zraka imaju učinak i na prinos i kvalitetu plodova. Uz to, konduktivitet je također jedan od faktora koji može dovesti do manjih prinosa plodova, jer direktno utječe na prijenos hranivih tvari u biljci. Samim time cijela biljka ili neki njezini dijelovi ne dobivaju dovoljnu količinu hranivih tvari iz tla i ne mogu se pravilno razvijati (Erickson i Markhart 2002). Ukoliko je mreža ksilema nedovoljno razvijena, transport mikro i makrohraniva je ograničen. Posebice je to problem u slučaju kalcija, kojeg zbog oslabljenog protoka nedostaje u tom dijelu biljke te dolazi do truljenja ploda, što je jedan od znakova pojave oksidativnog stresa u biljci (Saure 2001).

2.4 Gnojiva

Gnojidba je agrotehnička mjera kojom se znatno povećava produktivnost tla u poljoprivrednoj proizvodnji. Kako bi se postigli što viši prinosi ratarskih kultura, potrebno je tlo kontinuirano opskrbljivati hranivim tvarima, a fizikalna i kemijska svojstva plodova znatno ovise o agronomskim zahvatima tla (Lopez i sur. 2013). Tlo je već samo po sebi bogato različitim hranivim tvarima, no uz stalno korištenje istog tla dolazi do smanjenja količine hranivih tvari, a samim time padaju i prinosi. Hranive tvari mogu se u tlo vratiti kroz proces kruženja dušika u prirodi, no veliki dio gubi se žetvom ili ispiranjem. Ukoliko se taj izgubljeni dio ne nadoknadi, dolazi do siromašenja tla i smanjenja prinosa (web 6).

Gnojiva se mogu podijeliti u nekoliko skupina. Prema podrijetlu dijele se na mineralna (umjetna), organska (prirodna), organomineralna i bakterijska gnojiva. Mogu se podijeliti i

ovisno o vremenu primjene. Prema tome se dijele na osnovna (unose se prilikom oranja), startna (dodaju se prije ili za vrijeme sjetve) i gnojiva za prihranu (dodaju se u različitim fazama rasta). Postoji i podjela prema vrsti hranivog elementa: dušična, fosforna, kalijeva, magnezijeva, ... Najčešće se koriste dušična gnojiva koja već i sama mogu znatno povećati prinose. Sve se više nastoji pronaći dušična gnojiva s produženim djelovanjem kako bi se biljkama osigurala opskrba tijekom svih faza rasta (web 8). Prije same sadnje presadnica, tlo je potrebno dobro pognojiti jer biljka iz tla povlači veliku količinu fosfora, kalija i dušika. Najbolje je s prvom gnojidbom krenuti na jesen prije samog oranja dodavanjem stajskog gnoja i NPK. Nakon sadnje potrebno je papriku prihraniti. Moguće je provesti i folijarnu prihranu, ali je u tom slučaju cijeli proces skuplji, a treba pripaziti i da se ne spale cvjetovi i listovi (web 5). U novije vrijeme, sve više raste interes za folijarnom prihranom zbog brojnih pozitivnih svojstava. Pokazano je i da folijarna prihrana može doprinijeti boljem mineralnom statusu biljke te povećati prinose i kvalitetu plodova (Kolota i Osinka 2001).

Kada se paprika nalazi u fazi vegetativnog rasta najbolje ju je prihraniti gnojivom s jednakim udjelom dušika, fosfora i kalija. U idućoj fazi rasta kada krene razvoj plodova, najbolje je koristiti gnojivo koje uglavnom sadrži kalij, a poželjno je dodati i kalcij nitrat koji sprečava pojavu vršne truleži plodova. Prije same gnojidbe potrebno je provesti analizu tla kako bi se utvrdio plan gnojidbe. U tablici 1 nalaze se okvirne potrebe paprike za hranivim tvarima (web 6). Iako kalij nema strukturalnu ulogu i biljci, sudjeluje u brojnim regulatornim procesima, poput osmo-regulacije, korištenja vode, translokacije šećera i formiranja ugljikohidrata, regulira energetski status biljke i enzimsku aktivnost te sintezu proteina (Hsiao i Lauchli 1986). Kao što je vidljivo u tablici 1, paprika ima najviše potrebe upravo za kalijem. Vrlo je mobilan u biljci, a osim već navedenih svojstava sudjeluje i u toleranciji biotičkog i abiotičkog stresa u biljci (Marchner 1995).

Tablica 1. Potrebe paprike za hranivima (web 6)

Biljno hranivo	**Paprika, 30 t/ha**
Dušik – N	172
Fosfor – P_2O_5	153
Kalij – K_2O	318
Kalcij – CaO	58
Magnezij – MgO	36

Organska proizvodnja hrane sve je veći imperativ u svijetu kako bi se kompenzirala smanjena plodnost tla, ali i smanjilo zagađenje okoliša. Time se nastoji očuvati biološka raznolikost, povećati plodnost tla i osigurati potrošaču zdraviji proizvod. Organska gnojiva su esencijalna za pravilan rast i razvoj biljaka jer osiguravaju brzi rast i veću kvalitetu ploda. Razlog tome su hraniva važna za razvoj biljke, ali i izvor energije za mikroorganizme u tlu (Silva i sur., 2012). Organska gnojiva služe kao supstrat mikroorganizmima u tlu čime se pojačava njihova mikrobna aktivnost, a samim time i raspad organskog materijala u tlu kojeg zatim biljke upijaju. Još su Bhata i Shukla 1982. godine pokazali kako organska gnojiva dovode do znatnog povećanja količine kalcija, magnezija i kalija u tlu koji uvelike povećavaju prinose. Od organskih gnojiva najčešće se koriste stajski gnoj ili kompost nastao raspadom biljnih tvari (Bhata i Shukla, 1982).

2.5 Bolesti paprike

Papriku najčešće napada bolest pod nazivom plamenjača, a vrlo često javlja se i bijela trulež. Rjeđe papriku može pogoditi pepelnica, koncentrična pjegavost i venuće. Uz gljivične, virusne i bakterijske bolesti, papriku napadaju i razni nametnici.

Plamenjača se najčešće može vidjeti na korijenu paprike jer on poprima crnu boju. Zatim dolazi do nekroze tkiva i na kraju korijen trune. Paprika vrlo brzo vene kada je pogođena ovom bolesti. Obzirom da se radi o gljivičnoj bolesti, smatra se posljedicom prevelike količine vode. Plod se može napasti direktno ili preko peteljke (web 9). Gljivica koja uzrokuje ovu bolest naziva se *Phytophora infestans,* a može preživjeti u biljnim ostacima koji su zaraženi ili u tlu iako nema više biljke, no za to joj trebaju visoke temperature. Potrebno je sjeme prije sijanja tretirati, te sterilizirati tlo kako bi se uklonile eventualne gljivice nekim od dostupnih biofungicida (web 15).

Uz plamenjaču, bijela trulež je također gljivična bolest koja napada papriku, no ona ne napada korijen nego stabljiku blizu tla. Prepoznaje se po dugačkoj vodenoj pjegi koja se postupno širi na cijelu stabljiku. Uz to, dolazi i do sušenja i propadanja listova, a preko trulih dijelova pojavljuje se bijeli micelij. Može napasti i plodove, a u tlu može preživjeti dugi niz godina. Odogovaraju joj prozračna tla u kojima se voda ne zadržava jer se u takvim uvjetima slabije razvija trulež (web 10).

Uzročnik truleži korijenovog vrata je gljivica *Phytophthora capsici.* Biljka se njome može zaraziti već tijekom rasađivanja, ali i kasnije tijekom vegetacije. Prepoznaje se po crnoj ili smeđoj boji vrata korijena, a nakon nekog vremena dolazi do nekroze te propadanja biljke. Kako bi se spriječilo njezino djelovanje, potrebno je tlo prije sadnje zaliti fungicidom na bazi propamokarba (web 5).

Tijekom ljeta, uslijed visokih temperatura dolazi i do uvenuća biljke. Ovu bolest uzrokuje *Verticillium dahliae*, a do nje dolazi nakon što se biljka obilno zalije zbog visoke temperature i suše. Gljivica se najčešće krene razvijati na području korijenovog vrata, a dovodi do sušenja listova. Ispod kore stabljike, u prerezu se može pronaći crni prsten koji je znak začepljenja provodnog sustava. Ova bakterija ne tretira se fungicidom, nego se nastoji saditi otporne sorte (Lahkim i sur., 1998).

Kukuruzni moljac najčešći je nametnik kukuruza, no može ga se pronaći i u nasadima paprike gdje dovodi do propadanja plodova. Zbog toga se i preporuča udaljiti nasad paprike od polja kukuruza. Insekticidi se većinom ne nameću kao najbolje rješenje, jer se s njihovim učinkom i sama biljka teško nosi (web 9). Zelena breskvina uš osim paprike, napada i većinu ostalih povrtnih nasada. Kao što joj i samo ime kaže, najviše je rasprostranjena tamo gdje se uzgajaju breskve. Za njezino suzbijanje koriste se insekticidi, a podjednako može napasti i zatvorene i otvorene nasade (web 9). Uz njih kalifornijski trips napada krastavce i papriku. Za ovog nametnika je specifično da u dva navrata napada biljku. Najprije kada joj se pojavi prvih nekoliko listova, a drugi put nakon razvoja plodova. Za njegovo suzbijanje također se koriste insekticidi (web 5).

*2.*6 Kvaliteta plodova

Po kemijskom sastavu najveći udio paprike čini voda i to oko 89%. Zatim slijede ugljikohidrati i to najviše onih iz skupine mono i disaharida. Čak preko 90% ugljikohidrata otpada na glukozu, a ostatak čine fruktoza i saharoza. U paprici se nalaze još i eterična ulja, a njihova količina varira ovisno o prisutnosti alkaloida kapsaicina (Matotan 2002).

Upravo su prema kapsaicinu paprike i dobile svoje latinsko ime, a on je zaslužan za količinu ljutine u plodu paprike (Bosland i sur. 2000). Njegova količina obrnuto je proporcionalna veličini samog ploda, a prema njemu paprike dijelimo na ljute i slatke. Osim okusa, kapsaicin ima i ljekovita, antiseptička svojstva, potiče probavu hrane i usporava rast bakterija probavnog sustava (Musfiroh i sur., 2013).

Od vitamina, u paprici se nalazi najviše vitamina C, čak 4-5 puta više nego u limunu, a ovisi o tome koliko je paprika stara (David, 2018). Pokazano je da paprike koje se uzgajaju na otvorenom imaju gotovo duplo veću količinu vitamina C od onih uzgajanih u zatvorenim prostorima. Uz vitamin C u paprici nalazimo i znatnije količine vitamina B, posebice B1 i B2 te vitamin E. Minerale nalazimo u manjoj mjeri, a najviše ima kalija, fosfora i željeza (web 11). Magnezij također nalazimo u plodovima paprike, a prema podacima preuzetim s portala *Food Data Central*, 100 g ploda paprike sadrži 178 mg magnezija.

Različitim biostimulatorima koji sadrže aminokiseline, polisaharide, vitamine i minerale biljci se olakšava razvoj korijenja, ali i rast u visinu. Uz to, biljke koje se ovako tertiraju, puno se brže i lakše oporavljaju od stresnih uvjeta (Maini, 2006). Plodovi paprike sadrže i veliki broj fenola i flavonoida, koji također pomažu prilikom stresnih uvjeta. Pokazano je da količina fenola i vitamina C odgovara antioksidativnom stanju biljke, što znači da su i jedan i drugi važni u mehanizmima obrane od oksidativnog stresa (Riga, 2005).

U slučaju kada su uvjeti rasta nepovoljni, jasno je da do izražaja dolazi antioksidativna aktivnost biljke. Pritom najveću ulogu ima aminokiselina prolin koja u stresnim uvjetima ima sposobnost uklanjanja slobodnih radikala iz biljke (Kaul i sur. 2006).

Paprika osim aseptičnog učinka, povoljno djeluje i na cirkulaciju površinskih kapilara. To svojstvo paprika ima zbog citrina, sastojka koji povećava elastičnost i propusnost kapilara Deepa i sur. 2007). Osim u prehrani ljudi, koristi se i kao začin te za pripremu različitih pića. Povoljno djeluje i na probavu hrane u želucu jer potiče izlučivanje želučanog soka, a samim time i preistaltiku. Zbog prisutnosti kalija smatra se da djeluje kao diuretik, a postoje i zapisi s njezinim antitumorskim djelovanjem. Uz to, ponovno zbog svojih aseptičnih svojstava, sok paprike može ublažiti upalu grla i početnu infekciju (Rufian-Henares 2013).

2.7 Makrohraniva

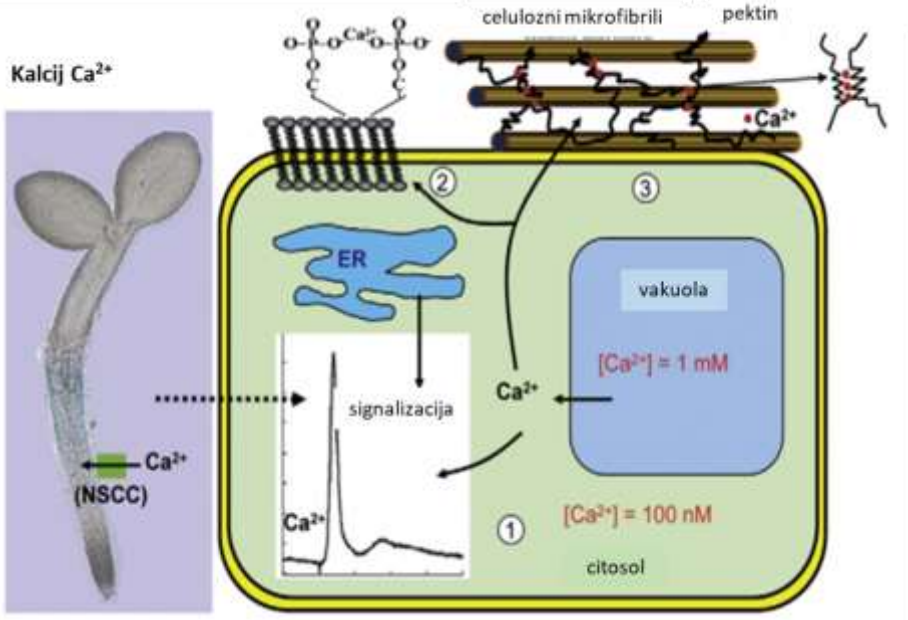
Biljkama je za njihov pravilan rast i razvoj potrebno prisutstvo 14 različitih hraniva. Među njima su dušik kao makrohranivo te minerali poput kalcija, kalija, magnezija, fosfora i sumpora koji su u biljci prisutni u vrlo velikim količinama (Marschner 1995). Za razliku od njih anorganska makrohraniva su većinom prisutna u malim koncentracijama u tlu i u biljku se moraju unijeti nasuprot koncentracijskom gradijentu koji je poprilično strm. Prema tome, biljke su morale razviti adaptivne strategije za uzimanje tih hraniva iz tla, a dalje i za njihov prijenos po čitavoj biljci (Silva i sur. 2012).

2.7.1 Kalcij

Kalcij se u velikim količinama nalazi u litosferi. No, uslijed prekomjernog ispiranja tla može doći do nedostatka kalcija u tlu, posebice ako je pH tla nizak. Kalcij u biljku ulazi kroz korijen kroz kanale propusne za Ca^{2+}. Dio tih kanala je selektivan i propušta samo Ca^{2+}, a dio propušta sve ione (Demidchik i sur., 2007). Unutar same biljke Ca^{2+} je poprilično imobilan i biljka ga nastoji unijeti u velike vakuole (Slika 2). U tome posreduje CAX H^+: Ca^{2+} „antiport" tip prijenosa i ATP-aza P-tipa (McAinsh i sur. 2009). Nema transportera koji bi Ca^{2+} prenosili ksilemom, već on dolazi kroz apoplast. Zbog toga razina Ca^{2+} može vrlo brzo pasti ispod kritične razine u tkivima koja vrlo brzo rastu, a posljedica toga je razvoj bolesti biljke (White 2001).

Kalcij u biljci ima strukturalnu ulogu, a služi i kao sekundarni glasnik. Lako stvara komplekse s negativnim skupinama organskih spojeva kao što su fosfati i karboksilne skupine fosfolipida, proteina i šećera. Primjerice, u staničnoj stijenci gdje su mikrofibrili unakrsno povezani s glikanima i pektinima. Karboksilne skupine s pektina koordiniraju Ca^{2+} ioni i osiguravaju rigidnost stanične stijenke biljke. Analognu ulogu Ca^{2+} ioni imaju i u membranama gdje koordiniraju fosfatne skupine fosfolipida, predominantno na vanjskoj strani plazma membrane. Uklanjanje Ca^{2+} iz membrana ili zamjena s nekim drugim kationom, dovodi do znatnog narušavanja integriteta same membrane (Medema i sur., 2001).

Ca^{2+} ioni lako formiraju netopive soli sa sulfatima i fosfatima, pa se zato koncentracija slobodnih Ca^{2+} u citoplazmi održava kritično niskom. Time su Ca^{2+} ioni idealni sekundarni glasnici, a pokazano je i da je veliki broj promjena u stanici vezan uz promjenu citosolne koncentracije Ca^{2+}. Samo neke od njih uključuju odgovor na biotički i abiotički stres, stomatalnu regulaciju i fizička oštećenja (Mahouachi i sur., 2006).



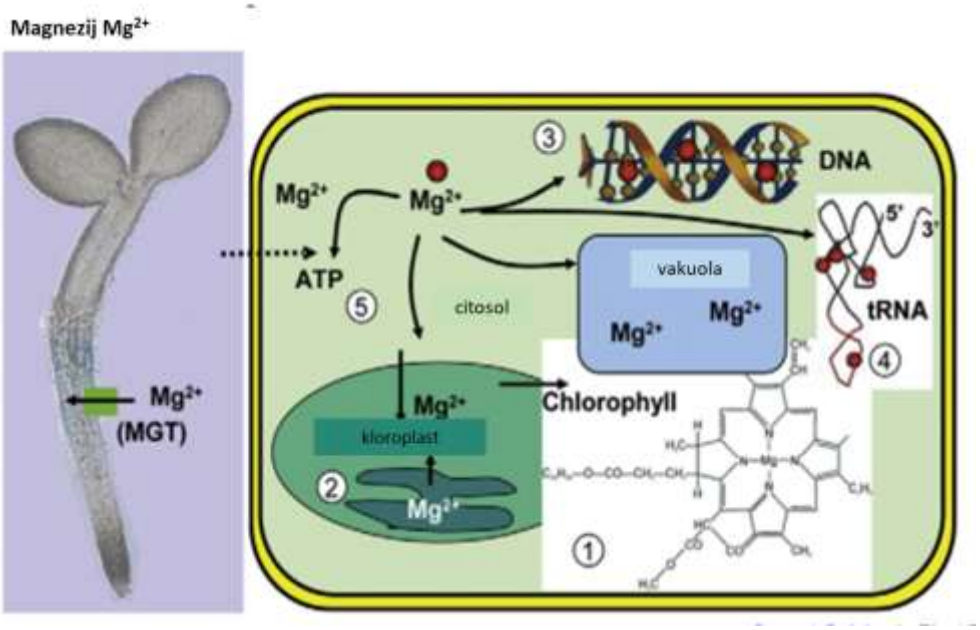
Slika 2. Shematski prikaz putovanja Ca^{2+} iona kroz stanične organele (Maathius 2009).

2.7.2 Magnezij

2.7.2.1 Magnezij u biljci

Magnezij je esencijalni element za rast i razvoj biljaka. Dostupnost magnezija biljkama ovisi o raznim faktorima. Primjerice, o kemijskom sastavu i distribuciji magnezija u tlu, specifičnim klimatskim i antropogenim faktorima određenog područja gdje se biljka nalazi te o redovitoj obradi i prihrani tla na koju čovjek ima najveći utjecaj (Mikkelsen, 2010). Izvor magnezija u tlu su najčešće različite vrste stijena koje sadrže silikate. Ovisno o tipu silikata, razlikuje se i količina dostupnog magnezija u tlu. Prema tome, u glinenom tlu prevladavaju veće količine magnezija u odnosu na pjeskovita tla (Grimme, 1991).

Magnezija u tlu većinom ima između 0,05 i 0,5 %, dok u biljci varira između 0,3 i 1,0% (Deng i sur., 2006) pa ga zbog toga biljke moraju unositi putem korijena. Unos Mg^{2+} u biljku posredovan je MGT transporterima (Slika 3.) koji su homolgni bakterijskim CorA Mg^{2+} transporterima. CorA formira pentamerične ionske kanale selektivne za Mg^{2+} ione, a sličan proces se odvija i u biljkama. Sam proces unosa je pasivan. U većini tkiva Mg^{2+} se nakuplja u vakuolama gdje pomaže stvaranju turgora i balansu aniona. Izlazak iz vakuola vjerojatno je posredovan Mg^{2+} : H^{+} antiporterima. Obzirom da najvažniji ulogu ima u kloroplastima, najveća koncentracija Mg^{2+} može se izmjeriti u nadzemnom dijelu biljke (Maathius, 2009).



Slika 3. Shematski prikaz putovanja Mg^{2+} iona kroz stanične organele (Maathius, 2009).

Njegova vjerojatno najpoznatija uloga je u molekuli klorofila gdje kovalentnim vezama koordinira 4 atoma dušika iz porfirinskog prstena (Slika 3.). Ugradnja Mg^{2+} u protoporfirin posredovana je enzimom Mg-kelataza, koji se sastoji od 7 podjedinica, a pripada skupini ATPaza koje su povezane s različitim staničnim aktivnostima. Nedavno je pokazano da porfirin potiče konformacijske promjene u BchH podjedinici kako bi se Mg^{2+} mogao insertirati u strukturu (Ankele i sur., 2007). Protoporfirin je važan signalni elementu razvoju kloroplasta zato što se nakuplja u plastidima tijekom stresnih razdoblja i negativno utječe na transkripciju fotosintetskih gena (Robinson i sur., 2000). Uz to, u fotosintezi Mg^{2+} potiče i reakcije na svjetlu stromi. Percepcija svijetla i prijenos elektrona dovode do akumulacije H^{+} u lumenu tilakoida.

Dolazi do razdvajanja naboja koji se akumulira tokom Mg^{2+} iz lumena tilakoida u stromu. Divalentni kation Mg^{2+} traži negativni površinski naboj tilakoidnih membrana i time omogućava njihovo slaganje jednih na druge (Puthiyaveetil i sur., 2017). Uz to, magnezij je odgovoran i za sintezu klorofila (Masuda, 2008), a uključen je i u RUBISCO ciklus jer stvara kompleks s Rubisco aktivazom. Indirektno ili direktno, nedostatak magnezija uočava se redukcijom ukupnog CO_2. Samim time smanjuje se i ukupni porast biomase (Masuda, 2008).

Najveća količina staničnog Mg^{2+} ima ulogu enzimskog kofaktora kao i u stabilizaciji nukleotida i nukleinskih kiselina. Reakcije povezane s prijenosom energije i fosforilacijom/defosforilacijom su one u kojima je Mg^{2+} nezamjenjiv. Većina energije biljke pohranjena je u esterskim i pirofosfatnim vezama fosfošećera te di- i trifosfata poput ADP i ATP molekula. U slučaju kada enzimi poput fosfotransferaza i ATPaza sudjeluju u oslobađanju te energije, neophodna je prisutnost Mg^{2+}koji stvara mostove između kisikovih atoma dviju susjednih skupina i atoma dušika na mjestu cijepanja proteina. Ukoliko dođe do limitirane fotosintetske aktivnosti, smanjuje se kapacitet biokemijskog iskorištenja apsorbirane svjetlosne energije i nastaju reaktivni kisikovi radikali (ROS, *od eng*. „Reactive oxygen species“). Najčešći među njima su superoksidni radikali i vodikov peroksid (Hauer-Jákli i Tränkner, 2019). Obzirom da su ROS iznimno toksični i mogu znatno oštetiti stanične komponente, potrebno je promotriti ulogu anti-oksidativnih enzima poput askorbat peroksidaze (APX) i superoksid dismutaze (SOD). Očekuje se njihova pojačana aktivnost prilikom povećanja količine ROS. Primjerice, Riga i sur. su 2005. godine pokazali kako povećanu količinu Ros prati i pojačana aktivnost navedenih enzima u paprici *Capsicum annuum* koja je imala nedostatak Mg^{2+} iona. S druge strane, Ze i sur. su 2009. godine na špinatu, koji je također imao nedostatak Mg^{2+} iona, detektirali pojačanu količinu ROS, ali i znatno smanjenu otpornost na stresne uvijete. U njihovom slučaju dokazana je reducirana aktivnost anti-oksidativnih enzima. Sličan eksperiment proveli su i Rehman i sur. 2018. godine i pokazali pojačanu aktivnost SOD nakon prskanja listova magnezijem (Rehman i sur., 2018).

Magnezij ima ulogu i u sintezi proteina u biljci jer sudjeluje u slaganju ribosomalnih podjedinica, a često se veže na nukleinske kiseline. Samim time povećava se temperatura taljenja DNA (Robinson i sur. 2000). U RNA Mg^{2+} ima sličnu ulogu i pomaže održavati sekundarnu strukturu. Zbog toga traskripcija gena i translacija kritično ovise o dostupnim količinama Mg^{2+} iona (Misra i sur., 2000).

Magnezij je vrlo mobilan u biljci. Stoga se njegov nedostatak najprije primjećuje na starim listovima jer se dostupne količine magnezija najprije šalju u mlade dijelove biljke. (web 5). Tipični simptomi nedostatka magnezija u biljci su kloroza i prekomjerno nakupljanje škroba (Fischer i sur., 1993). Već je nedostatak magnezija dulji od jednog tjedna dovoljan za pojavu ovih simptoma. Simptomi kloroze su pojava smeđih mrlja i blijedo lišće s istaknutim biljnim žilama (Slika 4.). Kako se pojačava nedostatak magnezija, raste i broj i veličina smeđih mrlji na listovima. U konačnici se te mrlje prošire po cijeloj biljci, zahvate i mlade dijelove biljke te dovode do smanjene količine plodova. Uz to, kloroza još dodatno smanjuje učinak fotosinteze čime dolazi do smanjenog rasta biljke. To se stanje smatra dugoročnom posljedicom nedostatka magnezija (Kobayashi i sur., 2013). Nekoliko dana prije kloroze moguće je uočiti rane učinke nedostatka magnezija poput akumulacije nestrukturnih ugljikohidrata (saharoza i škrob), reducirana fiksacija CO2 i nastanak ROS. Među njima se akumulacija saharoze direktno povezuje s nedostatkom magnezija zato što su za njezin transport potrebne veće količine

magnezijevih iona. Suvišak ugljikohidrata dovodi do supresije gena *Cab2* što dovodi do smanjenog učinka fotosinteze. Kao što je već ranije navedeno, smanjenim učinkom fotosinteze ostaje više slobodne apsorbirane svjetlosne energije i nastaju ROS Cakmak i sur., 1994). Uz povećanu deficijenciju magnezija u biljci, pada i sadržaj kalcijevih i cinkovih iona, a raste koncentracija mangana i željeza (Guo i sur. 2014).



Slika 4. Simptomi kloroze magnezija biljci. Lijevo je prikazan zahvaćeni list, dok se desno nalazi zdravi list (Fischer i sur., 1993).

2.7.2.2 Magnezij u ljudskom tijelu

Prema Američkom odboru za hranu („United States Food and Nutrition Board“) preporučena dnevna doza magnezija je 420 mg za odraslog muškarca odnosno 320 mg za odraslu ženu (Baaij i sur. 2015). Otprilike 10% dnevnih potreba za magnezijem čovjek dobiva iz vode. Zeleno povrće, orašasti plodovi, sjemenke i neprocesuirane žitarice bogati su izvor magnezija (Grober i sur. 2015.ž).

Magnezij je četvrti najzastupljeniji kation u tijelu i esencijalni je kofaktor više od 300 različitih enzima koji sudjeluju u velikom broju metaboličkih reakcija. Homeostaza magnezija u ljudskom tijelu regulirana je probavom, kostima i bubrezima (Jahnen-Dechent 2012). Najveći dio magnezija apsorbira se pasivnim mehanizmima u tankom crijevu. Bubrezi imaju glavnu ulogu u održavanju homeostaze magnezija. Oni filtriraju oko 2400 mg magnezija dnevno. Preko 95% tog magnezija se reapsorbira, najviše u Henleovoj petlji. Samo oko 100 mg magnezija se izlučuje putem urina (Grober i sur. 2015).

U ljudskom tijelu magnezij je najzastupljeniji u području kosti, mišića i ne-mišićnog glatkog tkiva. Koncentracija unutarstaničnog magnezija varira između 5 i 20 mmol/L.Od toga je 1-5% ioniziran, a ostatak je vezan uz proteine, negativno nabijene molekule i ATP (adenozin trifosfat). S druge strane, izvanstanični magnezij zauzima oko 1% ukupnog magnezija u ljudskom tijelu i najviše ga ima u serumu i crvenim krvnim stanicama (Rude 1996). Najvažnija uloga magnezija, kao što je već navedeno, je kao kofaktor brojnih enzima. Među reakcijama u kojima sudjeluje, vrlo važnu ulogu ima u reakcijama nastanka ATP-a. ATP je neophodan za sintezu masti, proteina, nukleinskih kiselina i koenzima, mišićne kontrakcije, transfer metilne skupine i brojne druge reakcije u ljudskom tijelu (Fox i sur. 2001).

3. Materijali i metode

3.1 Postavljanje pokusa

Poljski gnojidbeni pokus po metodi slučajnog bloknog rasporeda u 3 ponavljanja proveden je na pokušalištu Maksimir Zavoda za sjemenarstvo Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na dva kultivara paprike (*Capsicum annuum* L.) (babura – 'Šorokšari' i rog – 'Kurtovska kapija'). Uniformne dobro razvijene presadnice paprika s grudom supstrata sa 5-6 potpuno razvijena lista (7 tjedana stare) uzgojene su u plasteniku i presađene na polje 3. svibnja 2019. godine na razmak redova 70 cm i 40 cm razmaka unutar reda, što čini sklop od 3,25 biljke/m^2.

Pokus je uključivao 4 folijarna tretmana gnojidbe kalcijevim poboljšivačima rasta (kontrola – primjena samo vode, Ecogreen 3 g/L –niža koncentracija (NK), Ecogreen 5 g /L – viša koncentracija (VK) i Zeogreen+P 5 g/L). U sastav Ecogreena ulazi 28 % CaO i 20 % MgO, dok u sastav Zeogreen-a+P ulazi 69,80 % $CaCO_3$, 14,84 % SiO_2, 0,132 % N, 6,01 % P_2O_5 i 0,83 % K_2O.

Biostimulator Eco Green prirodni je mineral, a dobiva se iz kalcita tribomehaničkom aktivacijom (TMA). Radi se o novoj vrsti tehnologije koja je patentirana u Europskoj Uniji, a u konačnici se dobije usitnjeni prah. Takav prah lako je topiv u vodi, nakon čega se dobivena otopina prska po listovima biljke. Uslijed toga dolazi do kompleksnih bioloških procesa, a biljka time postaje otpornija na bolesti i štetnike te na stresne uvijete. Eco Green najviše djeluje preko listova i odmah nakon prskanja ulazi u stanice gdje sudjeluje u njihovoj izgradnji, a ima i strukturnu ulogu u staničnim membranama, jezgri i ostalim dijelovima stanice. Osim strukturne uloge, sudjeluje i u fiziološkim procesima poput fotosinteze, metabolizma, procesima klijanja i zriobe, a time direktno utječe i na prinose i kvalitetu plodova (web 12).

Drugi stimulator koji će se koristiti u ovom radu je Zeogreen, a također služi za folijarnu prihranu biljke. Potiče cvjetanje biljke, povećava imunitet i prinose biljke. Najveći učinak ima u obliku mješavine kalcita i zeolita (web 13).

Kalcijevi poboljšivači rasta primijenjeni su folijarno 3 puta u vegetaciji. Prvo tretiranje obavljeno je odmah nakon oplodnje nakon formiranja plodova (02.07.2019.), te nakon toga još dva puta u razmaku od po 7 dana (09.07.2019. i 16.07.2019.).

Obavljene su dvije berbe plodova. Prva berba obavljena je 7 dana nakon trećeg tretiranja (23.07.2019.) u fazi tehnološke zriobe, a druga berba obavljena je u vrijeme fiziološke zriobe plodova (03.09.2019.).

U berbama su sa svake pokusne parcelice uzeti reprezentativni prosječni uzroci plodova.

3.2 Kemijska analiza plodova

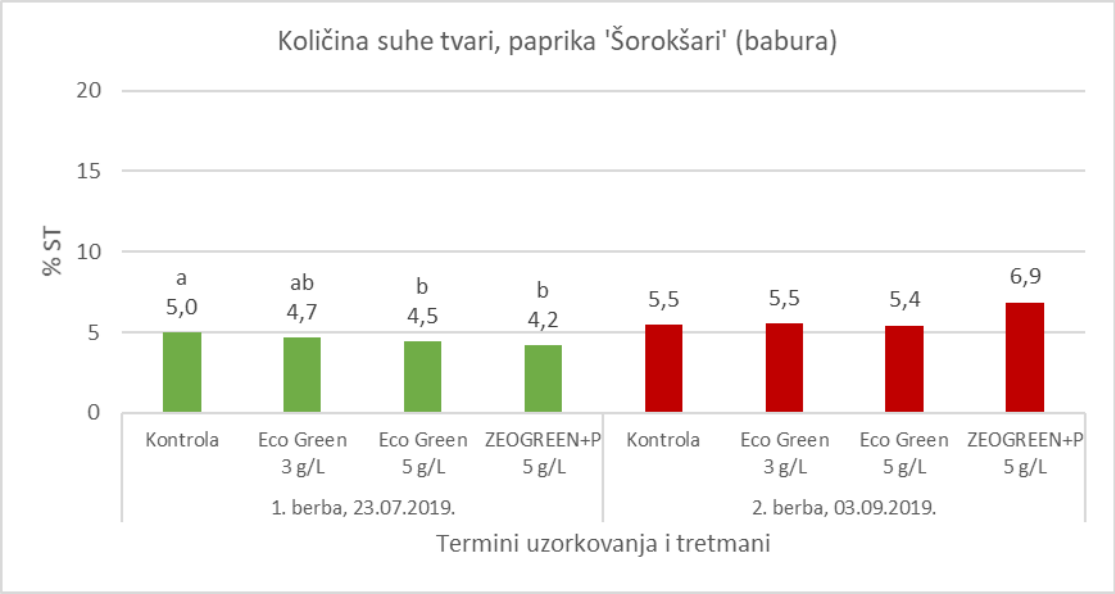
Meso plodova paprike (perikarp) odvojeno je od sjemenki te je osušeno na 105 °C u sušioniku do konstantne mase, te je određen postotak suhe tvari. Suhi uzorci paprike samljeveni su i homogenizirani. Količina magnezija u suhoj tvari ploda paprike određena je atomskom apsorpcijskom spektrometrijom nakon digestije s HNO_3 i $HClO_4$ u mikrovalnoj peći. Količina magnezija u svježoj tvari ploda paprike izračunata je iz podatka suhe tvari i količine magnezija u suhoj tvari.

3.3 Statistička analiza podataka

Statistička analiza podataka pratila je model analize varijance (ANOVA) obzirom na termine uzorkovanja i folijarne tretmane kalcijevim poboljšivačima rasta. Korišten je program SAS System for Win. ver. 9.4 (SAS Institute Inc.), a za testiranje rezultata korišten je Tukeyev test signifikantnih pragova (SAS, 2021).

4. Rezultati i rasprava

U ovom istraživanju promatran je učinak folijarne prihrane biostimulatora Eco Green i Zeogreen tijekom vegetacije. Grafikoni 1 i 2 prikazuju količinu suhe tvari (% ST) u plodu paprike 'Šorokšari' i 'Kurtovska kapija'. Iz grafa 1 (paprika 'Šorokšari') je vidljivo da paprike iz druge berbe (u vrijeme fiziološke zriobe) prosječno imaju viši postotak suhe tvari (između 5,4 i 6,9 % ST) od onih ubranih u prvoj berbi (4,2 do 5,0 % ST). Kada se uspoređuje folijarna prihrana, u prvoj berbi statistički najviše je Eco Green 3 g/L imao utjecaja na količinu suhe tvari ploda paprike (4,7 % ST), dok je kod druge berbe relativno najveći utjecaj imao Zeogreen (6,9 % ST).



Grafikon 1. Količina suhe tvari (% ST) u plodu paprike sorte 'Šorokšari' obzirom na termine uzorkovanja i tretmane.

Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Tukeyevom testu, p≤0,05. Vrijednosti, kojima nije pridruženo slovo, nisu značajno različite. Mala slova dnose se na razlike između tretmana z 1. berbi (zeleni stupići), a velika se slova odnose na razlike između tretmana za 2. berbu (crveni stupići).

Sličan učinak vidi se i na grafikonu 2 ('Kurtovska kapija'). Ponovno je folijarna prihrana dovela do veće količine suhe tvari kod paprika iz druge berbe. Nešto bolji učinak od ostalih tretmana u prvoj berbi pokazao je Zeogreen (8,0 % suhe tvari), dok je u drugoj berbi to bio EcoGreen 5 g/L (11,9 % suhe tvari). Kada se usporedi količina suhe tvari kod ove dvije sorte paprike, tretirane na isti način, vidljivo je da paprike sorte 'Kurtovska kapija' i u prvoj i u drugoj berbi imaju puno veću količinu suhe tvari.



Grafikon 2. Količina suhe tvari (% ST) u plodu paprike sorte 'Kurtovska kapija' obzirom na termine uzorkovanja i tretmane

Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Tukeyevom testu, p≤0,05. Vrijednosti, kojima nije pridruženo slovo, nisu značajno različite. Mala slova odnose se na razlike između tretmana z 1. berbi (zeleni stupići), a velika se slova odnose na razlike između tretmana za 2. berbu (crveni stupići).

Ako se usporede dobiveni rezultati s onima iz literature, Topuz i sur. (2007) su u svom radu prikazali da sadržaj suhe tvari u različitim kultivarima paprike varira između 13 i 15%. No, u svom istraživanju primijenili su drugačiji način uzgoja i prihrane pa je to jedan od mogućih razloga drugačijih rezultata. Nešto niže rezultate utvrdili su Jadzcak i sur. (2010), između 9,24 i 10,29 % što je slično dobivenim rezultatima u ovom radu kod sorte 'Kurtovska kapija'.

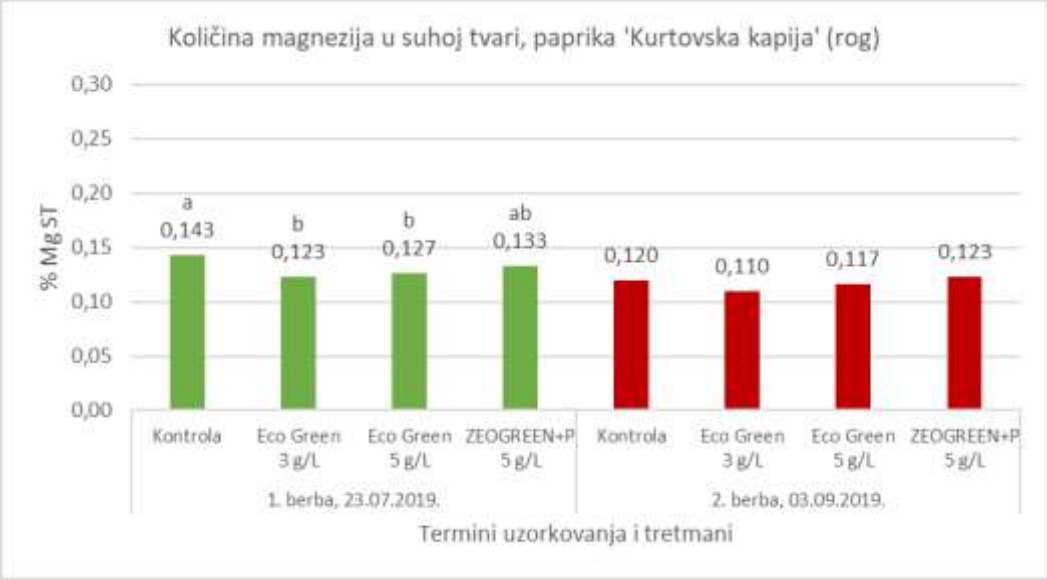


Grafikon 3. Količina magnezija u suhoj tvari (% Mg ST) u plodu paprike sorte 'Šorokšari' obzirom na termine uzorkovanja i tretmane

Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Tukeyevom testu, p≤0,05. Vrijednosti, kojima nije pridruženo slovo, nisu značajno različite. Mala slova odnose se na razlike između tretmana z 1. berbi (zeleni stupići), a velika se slova odnose na razlike između tretmana za 2. berbu (crveni stupići).

Grafikoni 3 i 4 pokazuju količinu magnezija u suhoj tvari (ST) kod istih sorti paprike kao i u prethodna dva grafikona. Iz grafikona 3 (paprika 'Šorokšari') vidljivo je da EcoGreen i u prvoj (0,190-0,193 % Mg ST) i u drugoj berbi (0,180-0,193 % Mg ST) podjednako utječe na količinu magnezija u suhoj tvari. No, u slučaju Zeogreen biostimulatora, učinak je nešto slabiji kod paprika iz druge berbe (0,153 % Mg ST).

Jednako kao u grafikonu 3, i u grafikonu 4 ('Kurtovska kapija') vidljiv je podjednak utjecaj svih biostimulatora na količinu magnezija u suhoj tvari, s tim da su biostimulatori imali nešto veći učinak kod paprika iz prve berbe (između 0,123 i 0,143 % Mg ST) gdje se i statistički vidi razlika između tretmana. No, ako uspoređujemo količinu magnezija u suhoj tvari kod obje vrste paprika, vidljivo je da ga paprike vrste 'Šorokšari' imaju znatno više od 'Kurtovske kapije'.



Grafikon 4. Količina magnezija u suhoj tvari (% Mg ST) u plodu paprike sorte 'Kurtovska kapija' obzirom na termine uzorkovanja i tretmane

Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Tukeyevom testu, $p \leq 0,05$. Vrijednosti, kojima nije pridruženo slovo, nisu značajno različite. Mala slova odnose se na razlike između tretmana z 1. berbi (zeleni stupići), a velika se slova odnose na razlike između tretmana za 2. berbu (crveni stupići).

Kada se usporede rezultati iz dostupne literature Jadzcak i sur. (2010) utvrdili 0,101% Mg u suhoj tvari (1,01 mg Mg/g suhe tvari), a Lopez i sur. (2013) utvrdili da u različitim sortama paprike % Mg u suhoj tvari iznosi između 0,156 i 0,184% (64,2-75,9 mmol/kg suhe tvari, molarna masa Mg=24,305). Rezultati dobiveni u ovom istraživanju su približno slični onima iz literature kod sorte 'Kurtovska kapija', dok su za sortu 'Šorokšari' dobiveni nešto viši rezultati u usporedbi s literaturom.

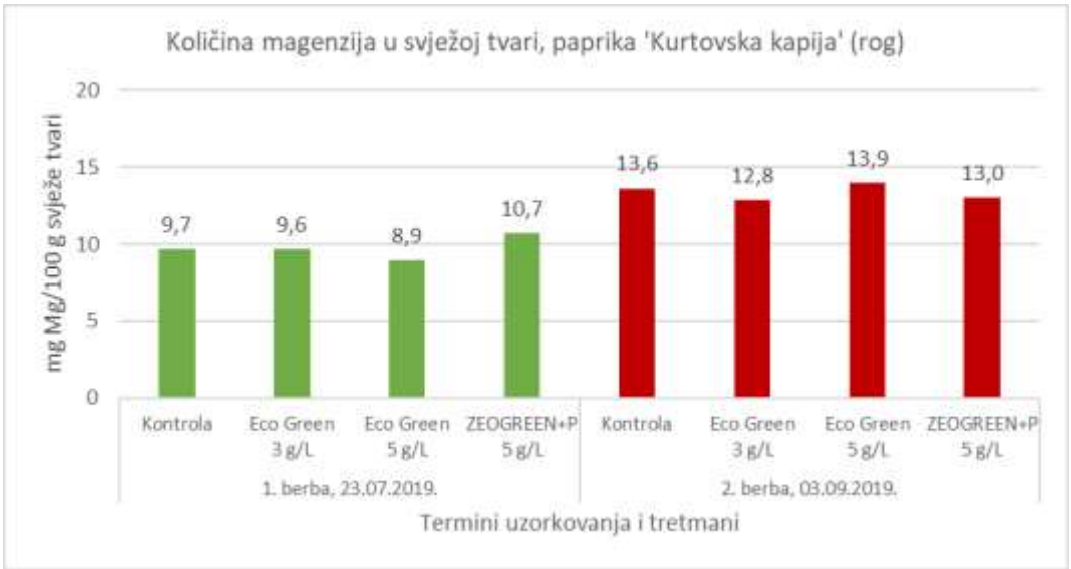
Uz količinu magnezija u suhoj tvari, uspoređivana je i količina magnezija u svježoj tvari, kod obje vrste paprika iz pokusa. Iz grafikona 5 ('Šorokšari') vidljivo je da je u prvoj berbi na količinu magnezija statistički najviše utjecao Eco Green 3 g/L (8,9 mg Mg/100 g svježe tvari), no ni ostali biostimulatori nisu imali puno slabiji učinak. U drugoj berbi ponovno je isti biostimulator imao relativno najveći utjecaj na količinu magnezija u svježoj tvari (10,7 mg Mg/100 g svježe tvari).



Grafikon 5. Količina magnezija u svježoj tvari (mg Mg/100 g svježe tvari) u plodu paprike sorte 'Šorokšari' obzirom na termine uzorkovanja i tretmane

Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Tukeyevom testu, p≤0,05. Vrijednosti, kojima nije pridruženo slovo, nisu značajno različite. Mala slova odnose se na razlike između tretmana z 1. berbi (zeleni stupići), a velika se slova odnose na razlike između tretmana za 2. berbu (crveni stupići).

Slično kao u grafikonu 5 i u grafikonu 6 ('Kurtovska kapija') ponovno je vidljiv relativno jači učinak biostimulatora u drugoj berbi (12,8 – 13, 9 mg Mg / 100 g svježe tvari). U prvoj berbi relativno najveći učinak je imao Zeogreen (10,7 mg Mg / 100 g svježe tvari), dok je Eco Green 5 g/L (8,9 mg Mg / 100 g svježe tvari) imao relativno najmanji učinak. U drugoj berbi vidljiva je obrnuta situacija, s relativno najjačim učinkom biostimulatora Eco Green 5 g/L (13,9 mg Mg / 100 g svježe tvari). Ponovno ako se usporede obje vrste paprika, kod paprika vrste 'Kurtovska kapija' vidljiva je viša količina magnezija u svježoj tvari u obje berbe.



Grafikon 6. Količina magnezija u svježoj tvari (mg Mg/100 g svježe tvari) u plodu paprike sorte 'Kurtovska kapija' obzirom na termine uzorkovanja i tretmane

Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Tukeyevom testu, p≤0,05. Vrijednosti, kojima nije pridruženo slovo, nisu značajno različite. Mala slova odnose se na razlike između tretmana z 1. berbi (zeleni stupići), a velika se slova odnose na razlike između tretmana za 2. berbu (crveni stupići).

Prema USDA 100 g svježe tvari sadrži 12 mg magnezija (web 14). Ti rezultati najviše se podudaraju s dobivenim rezultatima iz druge berbe kod 'Kurtovske kapije', dok je kod paprike 'Šorokšari' dobivena nešto niža količina magnezija u obje berbe. Ti rezultati dakako ovise o vremenu zriobe, načinu proizvodnje i dodatku hraniva.

5. Zaključak

U ovom istraživanju određivana je količina suhe tvari u dvjema sortama paprike – 'Kurtovska kapija' i 'Šorokšari' te količina magnezija u suhoj i svježoj tvari te dvije sorte ovisno o vrsti tretmana.

Kada se radi o količini suhe tvari (% ST) iz dobivenih rezultata vidljivo je da pod utjecajem folijarne prihrane sorta 'Kurtovska kapija' ima viši udio suhe tvari od kontrolne skupine u obje berbe. S druge strane, kod sorte 'Šorokšari' nema značajne razlike između kontrolne i tretiranih skupina kada se gledaju i 1. i 2. berba.

Nadalje je promatrana količina magnezija u suhoj tvari ploda paprike (% Mg ST). Ovog puta kod sorte 'Šorokšari' vidljiv je pozitivan učinak prihrane na količinu magnezija u suhoj tvari naspram kontrole, gotovo podjednako u obje berbe. Obrnuta situacija vidljiva je kod sorte 'Kurtovska kapija' gdje dodatna hraniva čak blago negativno djeluju na količinu magnezija u suhoj tvari u usporedbi s kontrolom. Slična situacija uočena je u obje berbe plodova ove sorte.

Promatrana je i količina magnezija u svježoj tvari paprike. Kod obje sorte vidljiv je sličan učinak sva 3 načina folijarne prihrane. U drugoj berbi kod obje sorte vidljiva je veća količina magnezija u svježoj tvari. U odnosu na kontrolu, kod obje sorte vidljiv je pozitivan učinak dodatka hraniva.

6. Literatura

1. Ankele E., Kindgren P., Pesquet E., Strand A. (2007). In vivo visualization of Mg-ProtoporphyrinIX, a coordinator of photosynthetic gene expression in the nucleus and the chloroplast. Plant Cell. 19: 1964-1979.
2. de Baaij J.H.F., Hoenderop J. G. J. and Bindels R. M. J. (2015). Magnesium in man: implications for health and disease. Physiological Reviews. 95(1): 1–46.
3. Bertinato J., Xiao W., Ratnayake W. M. et al. (2015). Lower serum magnesium concentration is associated with diabetes, insulin resistance, and obesity in South Asian and whiteCanadian women but not men. Food & Nutrition Research. 59(1): 25974.
4. Bhata K. S., Shukla K. K. (1982). Effect of continuous application of fertilizers and manure on some physical properties of eroded alluvial soil. Journal of Indian Society. 30: 32–36.
5. Bosland P. W., Votava E. J. (2000). Peppers Vegetable and Spice Capsicums. Wallingford, CT: CABI Publishing.
6. Cakmak I., Hengeler C., Marschner H. (1994). Changes in phloem export of sucrose in leaves in response to phosphorus, potassium and magnesium deficiency in bean plants. Journal of Experimental Botany. 45: 1251–1257.
7. Dagnoko S., Yaro-Diarisso N., Sanogo P. N. et al. (2013). Overview of Pepper (*Capsicum* spp.) breeding in West Africa. African Journal of Agricultural Research. 8(13): 1108–1114.
8. David U. (2018). Potential health benefits of conventional nutrients and phytochemicals of Capsicum peppers. Pharmacy & Pharmacology International Journal. 6:62-69.
9. Deepa N., Kaur C., George B., Singh B., Kappor H.C. (2007). Antioxidant constituentsin some sweet papper (Capsicum annum L.) genotypes during maturity. LWTScience and Tehnology Food. 40: 121-129.
10. Demidchik V., Maathuis F. J. M. (2007). Physiological roles of nonselective cation channels in plants: from salt stress to signalling and development. New Phytologist. 175:387-404.
11. Deng W., Luo K. M., Li D. M., Zheng X. L., Wei X. Y., Smith W., Thammina C., Lu L. T., Li Y., Pei Y. (2006). Overexpression of an Arabidopsis magnesium transport gene, AtMGT1, in *Nicotiana benthamiana* confers Al tolerance. Journal of Experimental Botany. 57: 4235-4243.
12. Erickson E. and Markhart A. H. (2002) Flower developmental stage and organ sensitivity of bell pepper (*Capsicum annuum* L.*)* to elevated temperature. Plant, Cell and Environment. 25: 123-130.
13. Fox C., Ramsoomair D., Carter C. (2001). Magnesium: its proven and potential clinical significance. South Medical Journal. 94: 1195-1201.
14. Gil M. I. and Tudela J. A. (2020). Fresh and fresh-cut fruit vegetables: Peppers. Controlled and Modified Atmospheres for Fresh and Fresh-Cut Produce.
15. Grober U., Schmidt J. and Kisters K.. (2015). Magnesium in prevention and therapy. Nutrients. 7(9): 8199–8226.

16. Guo W., Cong Y., Hussain N., Wang Y., Liu Z., Jiang L., Liang Z., Chen K. (2014). The remodeling of seedling development in response to long-term magnesium toxicity and regulation by ABA-DELLA signaling in Arabidopsis. Plant Cell Physiology. 55(10): 1713-1726.
17. Jadczak D., Grzeszczuk M., Kosecka D. (2010.) Quality characteristics and content of mineral compounds in fruit of some cultivars of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.*)*. J. Elementol. 15(3): 509-515.
18. Jahnen-Dechent W. and Ketteler M. (2012). Magnesium basics. Clinical Kidney Journal. 1(1): i3–i14.
19. Jurišić M., Zimmer R.M., Lončarić R. i Paradžiković N. (2004.). Tehnološko, tehnički i ekonomski činitelji uzgoja začinske paprike (*Capsicum annuum* L.) na području Donjeg Miholjca.
20. Kaul S., Sharma S. S., Mehta I. K.. (2006). Free radical scavenging potential of L-proline: evidence from in vitro assays. Amino Acids. 34(2):315-20.
21. Kobayashi N.I., Saito T., Iwata N., Ohmae Y., Iwata R., Tanoi K., Nakanish T.M. (2013). Leaf senescence in rice due to magnesium deficiency mediated defect in transpiration rate before sugar accumulation and chlorosis. Physiologia Plantarum. 148:490–501.
22. Kolota, E. and Osinska M. (2001). Efficiency of foliar nutrition of field vegetables grown at different nitrogen rates. Acta Horticulturae. 563: 87-91.
23. Lahkim L. T., Erlich O., Amita S., Hazanovsky M.. (1998). Verticillium Wilt of Paprika Caused by a Highly Virulent Isolate of Verticillium dahliae. Plant Disease. 82(4): 437-439.
24. Lešić R., Borošić J., Buturac I., Herak Čustić M., Poljak M., Romić D. (2004). Povrćarstvo, Zrinski, Čakovec.
25. Lopez A., Fenoll J.,Hellin P. and Flores P. (2013). Physical characteristics and mineral composition of two pepper cultivars under organic, conventional and soilless cultivation. Scientia Horticulturae. 150: 259-266.
26. Maathuis F. J. M. (2009). Physiological functions of mineral macronutrients. Current Opinion in Plant Biology. 12:250–258.
27. Mahouachi J., Socorro A. R., Talon M. (2006). Responses of papaya seedlings (*Carica papaya* L.) to water stress and re-hydration: growth, photosynthesis and mineral nutrient imbalance. Plant Soil. 281:137-146.
28. Maini P. (2006). The experience of the first biostimulant, based on amino acids and peptides:a short retrospective review on the laboratory researches and the practical results. Fertilitas Agrorum. 1: 29–43.
29. Marschner H. (1995). Mineral Nutrition in Higher Plants. London: Academic Press.
30. Masuda T. (2008). Recent overview of the Mg branch of the tetrapyrrole biosynthesis leading to chlorophylls. Photosyntesis Research. 96: 121–143.
31. Mateljan G. (2018). The World's Healthiest Foods. USA: The George Mateljan foundation.
32. Matotan Z. (2002). Proizvodnja paprike, Hrvatski zadružni savez, Zagreb.
33. McAinsh M. R., Pittman J. K. (2019). Shaping the calcium signature. New Phytology. 181:275-294.

34. Melanie H. L., Tränkner M. (2019). Critical Leaf Magnesium Thresholds and the Impact of Magnesium on Plant Growth and Photo-Oxidative Defense: A Systematic Review and Meta-Analysis From 70 Years of Research. Frontiers in Plant Science.
35. Miedema H., Bothwell J. H. F., Brownlee C., and Davies J. M. (2001). Calcium uptake by plant cells—channels and pumps acting in concert. Trends Plant Science. 6: 514–519.
36. Mikkelsen R. (2010). Soil and fertilizer magnesium. Better Crops. 94:26–28.
37. Misra V. K., Draper D. E. (2000). Mg2+ binding to tRNA revisited: the nonlinear Poisson-Boltzmann model. Journal of Molecular Biology. 299: 813-825.
38. Moscone E. A., Scaldaferro M. A., Grabiele M., Cecchini N. M., et al. (2007). The evolution of chili peppers (Capsicum -Solanaceae): a cytogenetic perspective. Acta Horticulturae. 745: 137-169.
39. Munting A. J. (1974). Development of flower and fruit of *Capsicum annuum* L. Acta Botanica Neerlandica. 23(4): 415-432.
40. Musfiroh I., Mutakin A., Treesye M.. (2013). Capsaicin level of various Capsicum fruits. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 5:248-251.
41. Nadeem M., Anjum F. M., Khan M.R., Szaed M. and Riaz A. (2011.). Antioxidant Potential of Bell Pepper (Capsicum annum L.)-A Review. Pakistan Journal of Food Sciences. 21(1-4): 45-51.
42. Perry L., Dickau R., Zarrillo S., Holst I., et al. (2007). Starch fossils and the domestication and dispersal of chili peppers (Capsicum spp. L.) in the Americas. Science. 315: 986-988.
43. Rehman H., ur Alharby H. F., Alzahrani Y., Rady M. M. (2018). Magnesium and organic biostimulant integrative application induces physiological and biochemical changes in sunflower plants and its harvested progeny on sandy soil. Plant Physiology Biochemisty. 126: 97.105.
44. Riga P., Anza M., Garbisu C. (2005). Suitability of the antioxidative system as marker of magnesium deficiency in *Capsicum annuum* L. plants under controlled conditions. Plant Growth Regulations. 46: 51–59.
45. Robinson H., Gao Y. G., Sanishvili R., Joachimiak A., Wang A. H..J. (2000). Hexahydrated magnesium ions bind in the deep major groove and at the outer mouth of A-form nucleic acid duplexes. Nucleic Acids Research. 28: 1760-1766.
46. Rude R. (1996). Magnesium disorders. Kokko J, Tannen R (eds). Fluids and electrolytes. Philadelphia, PA: W.B. Saunders Company. 421–445.
47. Rufian-Henares. A. J., Guerra – Hernandez E., Garcia – Villanova B. (2013). Effect of red sweet pepper dehydration conditions on Maillard reaction, ascorbic acid and antioxidant activiy. Journal of Food Engineering. 118(1): 150-156.
48. Samuels J. (2014.). Capsicum pubescences-the Rocoto Pepper: a Novel Crop Capsicum. The Organic Grover. 28:10-12.
49. Saure M.C. (2001) Blossom-end rot of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) - A calcium- or a stress-related disorder? Scientia Horticulturae. 90(3):193-208.
50. Silva T.R.B., Bortoluzzi T., Silva C.A.T., Arieira C.R. (2012). A comparison of poultry litter applied like organic fertilizer and that applied like chemical fertilizer in corn development. African Journal of Agricultural Research. 7 (2): 194–197.

51. Topuz A., Ozdemir F. (2007). Assessment of carotenoids, capsaicinoids and ascorbic acid composition of some selected pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) grown in Turkey. Journal of Food Composition and Analysis. 20: 596-602.
52. web 1 https://gospodarski.hr/casopis/izdanja-2016/prilog-broja-paprika-od-sjetve-do-berbe/ (21.09.2021.)
53. web 2 https://poljoprivreda.gov.hr/povrcarstvo/195 (30.05.2021.)
54. web 3 https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/paprika (30.05.2021.)
55. web 4 https://www.plantea.com.hr/paprika/ (30.05.2021.)
56. web 5 https://www.agroklub.com/povrcarstvo/izbor-sorti-paprike/506 (30.05.2021.)
57. web 6 https://gospodarski.hr/casopis/kaptur-f1-vodeci-hibrid-kapija-paprike-na-trzistu/ (10.06.2021.)
58. web 7 https://www.vrtlarica.hr/sadnja-uzgoj-paprike (30.05.2021.)
59. web 8 https://www.ishranabilja.com.hr (25.06.2021.)
60. web 9 https://www.chromos-agro.hr/plamenjaca-phytophthora-capsica (30.05.2021.)
61. web 10 http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/povrcarstvo/paprika/zastita-paprike-od-bolesti (25.06.2021.)
62. web 11 http://www.freenutritionfacts.com/spices-paprika/minerals/ (25.06.2021.)
63. web 12 http://www.agroledina.hr/eco_green.php (10.06.2021.)
64. web 13 http://velebitagro.hr/poljoprivreda/folijarnaprihrana/zeogreenp/ (25.06.2021.)
65. web 14 https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/170108/nutrients (28.07.2021.)
66. web 15 https://blogs.cornell.edu/livegpath/gallery/peppers/phytophthora-blight-on-peppers/ (13.09.2021.)
67. White P.J. (2001). The pathways of calcium movement to the xylem. Journal of Experimental Botany. 52: 891-899.
68. White P.J. (20018). The pathways of calcium movement to the xylem. Journal of Experimental Botany. 52:891-899.
69. Zayed M.S., Hassanein M.K.K., Esa N.H ., Abdallah M.M.F. (2013). Productivity of pepper crop (Capsicum annuum L) as affected by organic fertlizer, soil solarization, and endomycorrhizae. Annals of Agricultural Science. 58(2): 131-127.

Životopis

Klara Pervan, rođena 04.10.1995. u Sinju, Republika Hrvatska. Srednju ekonomsku školu bana Josipa Jelačića upisuje 2010. godine u rodnom gradu. Potom 2014. godine upisuje Preddiplomski stručni studij Prehrambene tehnologije na Veleučilištu „Marko Marulić“ u Kninu. Studij završava 2017. godine s temom završnog rada: „Profil hlapljivih spojeva začina kurkume i đumbira“ te stječe akademski naziv Stručna prvostupnica inženjerka prehrambene tehnologije. Diplomski studij Sveučilišta u Zagrebu Agronomski fakultet, studij Agroekologija, usmjerenje Mikrobna biotehnologija u poljoprivredi upisuje 2018. godine. Tijekom diplomskog studija praksu je odradila u Nastavnom zavodu za javno zdravstvo "Dr. Andrija Štampar". U slobodno vrijeme pohađala je Crkveni zbor i glazbenu školu u Sinju.