Količina fosfora u korijenu celera korjenaša na tržištu grada Zagreba

Jurišić, Anita

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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:204:581554

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

KOLIČINA FOSFORA U KORIJENU CELERA KORJENAŠA NA TRŽIŠTU GRADA ZAGREBA

DIPLOMSKI RAD

Anita Jurišić

Zagreb, rujan, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:
Agroekologija

KOLIČINA FOSFORA U KORIJENU CELERA KORJENAŠA NA TRŽIŠTU GRADA ZAGREBA

DIPLOMSKI RAD

Anita Jurišić

Mentor: doc. dr. sc Marko Petek

Zagreb, rujan, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Anita Jurišić**, JMBAG 0178094035, rođena 28.02.1994. u Bielefeld, Njemačka, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

KOLIČINA FOSFORA U KORIJENU CELERA KORJENAŠA NA TRŽIŠTU GRADA ZAGREBA

Svojim potpisom jamčim:

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

U Zagrebu, dana _____ _____

Potpis studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Anita Jurišić**, JMBAG 0178094035, naslova

KOLIČINA FOSFORA U KORIJENU CELERA KORJENAŠA NA TRŽIŠTU GRADA ZAGREBA

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo:		potpisi:
1.	Doc. dr. sc Marko Petek	mentor _____
2.	Prof. dr. sc. Mirjana Herak Ćustić	član _____
3.	Doc. dr. sc. Sanja Fabek Uher	član _____

Zahvale

Zahvaljujem se mentoru doc. dr. sc Marku Peteku na savjetima, strpljenju i susretljivosti tijekom izrade diplomskog rada, doc. dr. sc Sanji Fabek Uher i prof. dr. sc Mirjani Herak Ćustić na savjetima pri izradi diplomskog rada.
Mojim roditeljima i obitelji, veliko hvala što su bili uz mene, poticali me i omogućili mi studiranje i bezuvjetnu ljubav.
Mojim prijateljima, koji su sa mnom studirali, zajedno nam je ipak bilo lakše.
Mojim prijateljima, koji nisu sa mnom studirali, za sve propušteno, bit će nadoknađeno.

Ivane, najveću zahvalu ipak dugujem tebi, tvojoj neiscrpnoj vjeri u mene, neizmjernom razumijevanju i bezuvjetnoj ljubavi, s tobom je sve bilo puno lakše.

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Anite Jurišić**, naslova

KOLIČINA FOSFORA U KORIJENU CELERA KORJENAŠA NA TRŽIŠTU GRADA ZAGREBA

Celer je povrće koje obiluje vitaminima i eteričnim uljima, a za ovo istraživanje odabran je korijen celera korjenaša. Fosfor je u ljudskom organizmu od iznimne važnosti. Dnevna potreba u ljudskoj ishrani za fosforom kod odraslog čovjeka je 700 mg. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi količine fosfora u korijenu celera prikupljenim na tržištu grada Zagreba. Uspoređivani uzorci iz ekološke i konvencionalne proizvodnje prikupljeni su na pet različitih lokacija, te dostavljeni u Laboratorij Zavoda za ishranu bilja Agronomskog fakulteta. Uzorci su sušeni u sušioniku na 105 ^{0}C do konstantne mase nakon čega su mljeveni i homogenizirani. Nakon razgradnje s HNO_3 i $HClO_4$ fosfor je određen spektrofotometrijski. Rezultati istraživanja pokazali su znatno variranje u količinama fosfora celera, u suhoj tvari od 0,50 do 0,93% P, a u svježoj tvari od 67 do 90 mg P/100 g svježe tvari.

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

Summary

Of the master's thesis-student **Anita Jurišić**, entitled

PHOSPHORUS CONTENT IN CELERIAC (*Apium graveolens)* ON THE MARKET OF ZAGREB

Celeriac is a vegetable rich in vitamins and essential oils, and for this research its root was used. In human body, phosphorus has a great value. The daily requirement in human nutrition for an adult is 700 mg of phosphorus. The aim of this research was to determine the celeriac phosphorus content sampled on the market of Zagreb. The samples that were compared of organic and conventional production were collected at five different locations and taken to the Laboratory of Department of Plant Nutrition of the Faculty of Agriculture. The samples were dried in a drying oven at 105 °C to a constant mass, after which were ground and homogenized. After digestionwith HNO_3 and $HClO_4$ phosphorus was determined spectrophotometrically. The results of the research showed a significant variation in celeriac phosphorous content, in the dry weight from 0.50 to 0.93% P, and in the fresh weight from 67 to 90 mg P/100 g.

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

1. Sadržaj

1. Uvod 1

1.1 Cilj rada 2

2. Pregled literature 3

2.1 Celer 3

2.1.1 Morfološka svojstva celera 3

2.1.2 Uzgoj celera 4

2.1.3 Sorte celera 4

2.1.4 Gnojidba i utjecaj gnojidbe na kemijski sastav celera 8

2.1.5 Berba i prinosi 9

2.1.6 Sastav celera 9

2.1.7 Hranidbena i zdravstvena vrijednost celera 10

2.2. Fosfor 11

2.2.1 Fosfor u tlu 11

2.2.2. Fosfor u biljkama 13

2.2.3. Fosfor u ljudskom organizmu 14

2.3. Oblici poljoprivredne proizvodnje 15

2.3.1. Ekološka poljoprivreda 15

2.3.2. Konvencionalna poljoprivreda 16

3. Materijali i metode 18

3.1. Uzorkovanje celera 18

3.2 Kemijske metode 18

4. Rezultati i rasprava 24

5. Zaključak 27

6. Literatura 28

7. Životopis autora 31

1. Uvod

Povrće predstavlja važan dio ishrane ljudi, a njegova je važnost u bogatstvu vitaminima, mineralnim solima te organskim kiselinama koje su neophodne za ispravan razvoj ljudskog organizma (Parađiković, 2009.). Iako nije dovoljno zastupljen u ljudskoj ishrani, celer se odlikuje visokom nutritivnom i zdravstvenom vrijednosti, visokim sadržajem vitamina B1, B2, i C te povoljno djeluje na cijeli ljudski organizam, pogotovo na opterećenost i umor (Hefer i sur., 2011.). Osim što odnosi višak vode iz organizma i ima jako malu kalorijsku vrijednost, celer je i odličan diuretik. Pripremati se može sirov u salatama, u juhama i miješati sa sokom od mrkve (Lešić i sur., 2004.).

Proporcionalno rastu stanovništva, raste i potreba za većom proizvodnjom hrane. Povrće u Republici Hrvatskoj proizvodi se na oko 70 000 ha što je 4,8% ukupnih obradivih površina. U Europi i Sjevernoj Americi celer je dosta raširena kultura. U zemljama Europske Unije uzgaja se oko 15 000 ha, ali zastupljenost varijeteta po zemljama je različita. Tako je u Njemačkoj i Nizozemskoj gotovo 100% korjenaš, dok je u Francuskoj zastupljenost korjenaša oko 56%, a rebraša 44%. U Italiji je najviše zastupljen rebraš (97%), a u Velikoj Britaniji 100%. U Hrvatskoj je najzastupljeniji celer korjenaš. Glavna proizvodnja celera je u kućnim vrtovima i na obiteljskim gospodarstvima, u okolici gradova za prodaju na tržnicama (Matotan, 2004.). Prodaje se u vezicama, zelenilu za juhu, a u jesen i zimi uglavnom se prodaje korijen. Za prerađivačku industriju za sada se najviše uzgaja za sušenje lišća.

Fosfor je nemetal koji se u prirodi, tlu i biljkama javlja u peterovalentnom obliku. Pristupačnost fosfora iz tla ponajprije ovisi o pH vrijednosti tla i matičnom supstratu (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). U tlu se fosfor nalazi u promijenjivim oblicima, pa time utječe na svoju pristupačnost biljkama. Slaba dostupnost fosfora u tlu predstavlja jedan od osnovnih ograničavajućih čimbenika rasta i razvoja kopnenih biljaka, bilo da je riječ o prirodnim ili poljoprivrednim ekosustavima. U područjima u kojima nema tradicije u primjeni fosfornih gnojiva nedostatak fosfora uobičajena je pojava jer tlo nije u stanju osigurati ni minimalne potrebe za fosforom. Količine fosfora u tlu kod ekološke poljoprivrede često su nedostatne, dok su kod konvencionalne na raspolaganju mineralna gnojiva. Biljke fosfor usvajaju u obliku dihidrogenfosfata ($H_2PO_4^-$) i hidrogenfosfata (HPO_4^{2-}). Kao jedan od najznačanijih elemenata, fosfor u ishrani bilja sudjeluje u gotovo svim fiziološkim procesima u biljci. Osnovna uloga fosfora je u izgradnji strukturnih komponenti te regulacija energetske ekonomike biljke. Kao sastavni dio različitih koenzima i prostetičkih grupa fosfor sudjeluje u važnim metaboličkim procesima. Sastavni je dio purinskih, pirimidinskih, nikotinamidnih i flavinskih koenzima (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). Sultenfuss i Doyle (1999.) navode kako je fosfor jedna od ključnih komponenti koja sudjeluje u građi gena i prijenosu genskih informacija, stoga neposredno sudjeluje u prijenosu genskih informacija s jedne generacije na drugu. Fosfor je nakon kalcija, drugi najzastupljeniji mineral u ljudskom tijelu. Šatalić (2016.) i Lovrić (2004.) ističu kako fosfor u ljudskom tijelu sudjeluje u svim vitalnim funkcijama. Deficit fosfora nedovoljnim unosom hrane vrlo je rijetka pojava. Fosfor je vrlo rasprostranjen element u svim vrstama hrane, pa se bilo kojim unosom hrane, u normalnoj prehrani, skupi dovoljna količina fosfora koja ne bi uzrokovala deficit.

1.1 Cilj rada

Cilj rada je utvrditi količinu fosfora u uzorcima korijena celera korjenaša prikupljenih na različitim prodajnim mjestima grada Zagreba i ustanoviti međusobne razlike s obzirom na različite oblike poljoprivredne proizvodnje.

2. Pregled literature

2.1 Celer

Celer (*Apium graveolens* L.*)* je dvogodišnja kultura koja pripada porodici štitarki. U prvoj godini celer stvara zadebljali korijen, listove ili peteljke, a u drugoj, nakon razdoblja jarovizacije (niskih temperatura), cvjetnu stabljiku, cvat, cvijet i plod (Parađiković, 2009.). Današnji celer potječe od divljeg celera (*Apium graveolens* L. var. *silvestre* Alef.). U povijesti i mitologiji, celeru su pridavana različita značenja, od simbola ljepote i veselja, simbola suza, žalosti i smrti. Iako celer još nije dovoljno zastupljeno povrće, koristi se u svježem stanju i prerađen. Odlikuje se visokim sadržajem vitamina i minerala te povoljno utječe na opterećenost i umor (Hefer i sur., 2011.). U ishrani se koristi zadebljali korijen, peteljke i listovi. Ima izrazito nisku kaloričnu vrijednost, a zbog velikog sadržaja eteričnih ulja, intenzivnu aromu. Kao povrće koriste se tri varijeteta:

- *Apium graveolens* var. *secalinum* - celer listaš
- *Apium graveolens* var. *dulce* - celer rebraš
- *Apium graveolens* var. *rapaceum* - celer korjenaš

2.1.1 Morfološka svojstva celera

Korijen celera je zadebljao, kuglastog oblika i razgranat, a najvećim dijelom se nalazi u površinskom sloju tla do 25 – 35 cm dubine (Slika 2.1.1.). Zadebljali korijen se razvija samo kod korjenaša, dok se kod celera listaša i rebraša ne razvija (Parađiković, 2009.). Boja celera korjenaša je žuto smeđa dok je unutrašnjost zadebljalog korijena ili meso bijele boje i lijepog mirisa. Aroma potječe od eteričnih ulja (sedanolida i anihidrid sedanove kiseline) kojih ima u svim dijelovima biljke. Stabljika je vrlo skaćena, a u drugoj godini se izdužuje cvjetna stabljika. Kod celera listaša se koristi zelena masa koja se koristi u svježem i suhom stanju. Kod celera rebraša se koristi mesnata i zadebljala peteljka lista (Parađiković, 2009.).



Slika 2.1.1. Celer korjenaš

Izvor: web 1

List je gust, širok i glatke površine, složen perasto ili dvostruko perasto, a nalazi se na dugačkim peteljkama. U drugoj godini razvija se dugačka cvjetna stabljika do 1 m visine, a iz pazušca listova razvijaju se štitaste cvati sa žutim cvjetićima (Parađiković, 2009.).

2.1.2 Uzgoj celera

Za uzgoj celera treba izabrati ravna ili slabo nagnuta mjesta zaklonjena od vjetra, na dubokim strukturnim tlima bogatim organskom tvari (Pavlek, 1985.). Tlo mora biti bogato humusom, dobrog kapaciteta za vodu i zrak i neutralne reakcije (pH oko 6,5-7,5) (Lešić i sur., 2004.). Preporučljivo je da se uzgaja u plodoredu, ali ne na istoj površini kao i na površini na kojoj su se prethodno uzgajali mrkva, peršin i pastrnjak barem 3-4 godine. U sustavu plodoreda celer se uzgaja iza kultura obilno gnojenih stajskim gnojem kao što su krumpir, kupus, rajčica, paprika ili krastavci. Ako su pretkulture strne žitarice ili druge ratarske kulture, prilikom jesenskog dubokog oranja tlo je neophodno pognojiti znatnijim količinama stajskog gnoja od oko 50-60 t/ha (Matotan, 2004.). Kod nepoštivanja plodoreda, problem predstavljaju gljivične bolesti *Septoria apiicola*, *Phoma apiicola* i nematode (Parađiković, 2009.). U proizvodnji celera nužno je osigurati temperature >16°C, dok razvijene biljke dobro podnose niske temperature do -6°C . Svjetlost je osobito značajna prilikom nicanja i kod proizvodnje presadnica (Hefer i sur., 2011.).

Celer se uzgaja isključivo iz presadnica. Osiguravanje vode tijekom cijele vegetacije je jedna od najvažnijih uvjeta za uzgoj. Celer korjenaš ima dugu vegetaciju, čak 6 – 7 mjeseci.. Da bi se izbjeglo pikiranje i da se osigura proizvodnja zdrave presadnice, sjeme se sije rijetko (1-2 g/m^2). Namakanje sjemena prije sjetve pospješuje klijanje. Najčešća je metoda da se sjeme navlaži i stavi u posudu i drži na toplom mjestu, gdje ostaje dok se ne pojave klice (Pavlek, 1985.). Najkvalitetnije se presadnice proizvode uzgojem u kontejnerima. Iz takve su proizvodnje presadnice ujednačenije i sade se s grudomsupstrata oko korijena što omogućuje bolje ukorjenjivanje i brži razvoj u polju (Matotan, 2004.). U razdoblju od nicanja pa do pojave prvog lista, temperaturu treba održavati na 18-19 °C. Noćne temperature u zaštićenom prostoru ne bi smjele biti niže od 12 °C. Na stalno mjesto se sadi krajem svibnja ili u lipnju. Pri sadnji je potrebno paziti da presadnica dođe na istu dubinu na kojoj je bila u kontejneru (Lešić i sur., 2004.). U početku se celer razvija polagano. Briga tijekom vegetacije se sastoji od redovnog zalijevanja, obrade tla, uklanjanja korova i prihranjivanja (Pavlek, 1985.).

2.1.3 Sorte celera

Najveće ekonomsko značenje na našim prostorima imaju sorte celera korjenaša. Razlikuju se po obliku i veličini zadebljalog korijena, po obraštenosti postranim korjenčićima i unutarnjoj boji i strukturi korijena. Cijenjenije su one sorte koje veći dio korijena razvijaju iznad površine tla, kod kojih se glavnina postranog korijenja nalazi na donjem dijelu korijena, one koje imaju glađu površinu, bjelju boju unutrašnjosti koja se ne mijenja kuhanjem ili sušenjem, te unutrašnjost bez šupljina (Matotan, 2004.).

2.1.3.1 President

Korjenaš koji ima bujnu, dekorativnu lisnu masu tamnozelene boje (Slika 2.1.3.1.). Korijen je glatke površine, jednostavan za čišćenje, otporan na pucanje te pogodan za strojno vađenje. Tolerantan na septoriju (sivu pjegavost), najčešću gljivičnu bolest celera (web 2)



Slika 2.1.3.1.
Izvor: web 3

2.1.3.2 Balena

Rana sorta koja daje vrlo dobre prinose. Korijeni su okrugli i dobro obojeni, a lišće kratko, uspravno i tamno zelene boje (Slika 2.1.3.2.). Pogodna je za svježu potrošnju (korijen i list) i industrijsku preradu. Dozrijeva oko pet mjeseci (web 4).



Slika 2.1.3.2.
Izvor: web 5

2.1.3.3 Diamant

Rana sorta celera korjenaša okruglastog do blago izduženog zadebljalog korijena promjera 12-15 cm i visine 15-18 cm. Korijen je slabo obrašten postranim korjenčićima, a površina mu je dosta glatka (Slika 2.1.3.3.). Lisna rozeta je uspravna, a listovi su tamno zeleni (Web 6).



Slika 2.1.3.3.
Izvor: web 7

2.1.3.4 Prinz F1

Rani hibrid vrlo otporan na procvjetavanje. Brzo raste i ima velike prinose. Meso mu je čvrsto i dugo ostaje bijele boje. Korijen je čvrst, zadebljan i pogodan za duže čuvanje. Listovi su mu srednje dugački, čvrsti, tamnozeleni i uspravni (Slika 2.1.3.4.). Ima malo dno korijena pa se lako čisti (Parađiković, 2009.).



Slika 2.1.3.4. Sorta Prinz
Izvor: web 8

2.1.3.5 Monarch F_1

Hibrid visokog i stabilnog prinosa idealan za preradu, ali se može koristiti i za svježu potrošnju. Listovi su srednje dugački, čvrsti, tamnozeleni, dobro pokrivaju korijen, što je prednost u zaštiti od ranog mraza (Slika 2.1.3.5.). Meso je vrlo čvrsto i bijele boje (Parađiković, 2009.).



Slika 2.1.3.5. Sorta Monarch

Izvor: web 9

2.1.3.6 Ilona F_1

Vrlo rana sorta koja daje dobre prinose, a snažnog je rasta. Lišće je tamno i uspravno. Korijeni su okrugli, dobro obojeni i imaju čvrstu koru (Slika 2.1.3.6.). Mogu se skladištiti, a preporučuju se za upotrebu u svježem stanju (Parađiković, 2009.).



Slika 2.1.3.6. Sorta Ilona

Izvor: web 10

2.1.3.7 Neve F_1

Srednje rani celer korjenaš vrlo lijepog bijelog korijena. Vrlo dobro podnosi visoke temperature i jednostavan je za uzgoj. Korijeni su srednje veličine i okruglastog oblika (Slika

2.1.3.7.). Nema snažnu lisnu masu. Unutarnja struktura korijena je dobra, a čupa se krajem ljeta i tijekom jeseni (Parađiković, 2009.).



Slika 2.1.3.7. Sorta Neve
Izvor: web 11

2.1.4 Gnojidba i utjecaj gnojidbe na kemijski sastav celera

Celer najbolje uspijeva na organogenim tlima, bogatim humusom. Mineralna tla treba gnojiti obilno organskim gnojivima (40 do 60 t/ha zrelog stajskog gnoja ili komposta). Tijekom duge vegetacije celer stvara veliku lisnu masu i zadebljali korijen, za što troši jako puno hraniva (Lešić i sur., 2004.).

Osnovna se gnojidba primjenjuje tijekom predsjetvene pripreme tla. Na osrednje plodnim tlima pognoji se s oko 750 kg NPK 7-20-30 i 200 kg UREE na jednom hektaru koja se u tlo unese sjetvospremačem. Uz osnovnu gnojidbu neophodna je i prihrana KAN-om kada se presađene biljke dobro ukorijene, odnosno, neposredno prije razvoja lisne mase (Matotan, 2004.). Pavlek (1985.) navodi kako povećane doze kalija u usporedbi s punom gnojidbenom smjesom (10 g N,15 g K_2O, 6 g P_2O_5 na m^2) povećavaju količine suhe tvari korijena celera kao i eteričnih ulja. Povećanje doze dušika u gnojivu djeluje nepovoljno, a kod usporedbe biljaka s gnojenih i negnojenih parcela ustanovilo se znatno povećanje količine eteričnih ulja kod biljaka s negnojenih parcela. Prema Pavlek (1985) je prosječna masa korijena s negnojenih parcela bila je dvostruko manja. Pavlek (1985.) ističe ulogu kalija u povećanju količine askorbinske kiseline u lišću i korijenu celera. Unos većih doza dušika u tlo smanjuje koncentraciju askorbinske kiseline. Povoljno djelovanje na prirodni i kemijski sastav celera pokazuje gnojenje mikroelementima. Npr. bor i mangan, također i njihova smjesa s bakrom povećavaju prinos za 20%, i djeluju na povećanje suhe tvari u biljci te količinu pepela. U tablici 1 prikazana su iznošenja i preporučena količina gnojiva za očekivani prinos od 50 tona na otvorenom polju (Lešić i sur., 2004).

Tablica 1. Tablica iznošenja i preporučena količina gnojiva za prinos celera od 50 tona

N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
Iznošenje prinosom (kg/ha)				
105	75	305	120	10
Iznošenje cijelom biljkom tijekom uzgoja (kg/ha)				
119	96	347	127	17
Preporučena količina gnojiva (kg/ha)				
143	179	451	64	17

(Izvor: Lešić i sur., 2004)

2.1.5 Berba i prinosi

U listopadu zadebljali dio korijena doseže težinu 300-700 g, kada je spreman za vađenje. Vađenje celera treba obaviti po suhom vremenu, a obavlja se strojevima za vađenje repe ili krumpira kako bi se što manje tla zadržalo na korijenu. Korijen prve klase mora biti ujednačen oblikom i bojom, bez većih pukotina i pjega, očišćen od korjenčića te bijelog mesa bez šupljina (Lešić i sur., 2004.). Poslije berbe korijen celera se sortira na način da se odvaja list od korijena. Prinos celera korjenaša kreće se od 30-50 t/ha. Nakon vađenja, celer korjenaš se pere i pakira za tržište, a ako se skladišti, pranje nije potrebno. Pri temperaturi od 0-2°C i relativnoj vlazi zraka od 92-98% može se očuvati do 6 mjeseci, pa i više (Parađiković, 2009.).

2.1.6 Sastav celera

Prema Pavlek (1985.) od šećera se u lišću celera nalazi ksiloza, a u korijenu ksiloza, maltoza i rafinoza. U sastavu kiselina kod celera nađena je neznatna količina maslačne kiseline. Celer ima male količine bjelančevina, korijen sadrži 1,3-2,5%. Važan dio celera su eterična ulja koja mu daju karakterističan miris. Eteričnih ulja ima u svim dijelovima biljke (apiin, apiol, sedanolid), a naročito u sjemenu. U korijenu celera eterična su ulja zastupljena 4-100 mg/100 g. Lešić i sur. (2004.) navode da količina vitamina u korijenu iznosi 7-11 mg/100 g svježe tvari. Peter (2012.) prema Chowdhuryu i Gupti (2000.) navodi da ulje celera sadrži 28 spojeva koji pripadaju različitim kategorijama kao što su terpeni, seskviterpeni i njihovi derivati. U tablici 2 prikazan je sastav jestivog dijela celera u g/100 g prema različitim izvorima. Uspoređujući s navedenim autorima u tablici 2, Lešić i sur. (2004.) navodi nešto veće vrijednosti ugljikohidrata (4,8-11,8 g/100 g), dok se vrijednosti za vodu, masti, bjelančevine i vlakna ne razlikuju znatno.

Tablica 2. Sastav jestivog dijela celera u g/100 g jestivog dijela prema različitim izvorima

	National Nutrient Database for Standard Reference (2000.)	The World' s Healthiest Food (2016.)	Botanical-online (2009.)	Lešić i sur. (2004.)
Voda	95,43	96,8	94,64	84-90,5
Masti	0,17	0,17	0,14	0,2-0,46
Ugljikohidrati	3	3	3,65	4,8-11,8
Bjelančevine	0,7	0,7	0,75	0,7-2
Vlakna	1,6	1,4	1,7	1,01-1,04

Iz tablice 3 je vidljiva zastupljenost minerala u korijenu celera prema različitim izvorima. Kalij je najzastupljeniji mineral u korijenu celera, a željezo najmanje zastupljen. Količine fosfora prema Lešić i sur. (2004.) kreću se u rasponu od 28-115 mg P/100 g. Ostali izvori navode količine od 25-27 mg P/100 g u korijenu celera (Botanical online, 2009; The World's Healthiest Food, 2016; Peter, 2006.).

Tablica 3. Zastupljenost minerala u mg/100 g u korijenu celera prema različitim autorima

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

2.1.7 Hranidbena i zdravstvena vrijednost celera

Lišće celera upotrebljava se kao dodatak juhama i umacima. Lisne peteljke jedu se svježe ili se umiješaju u salate. Korijen se najčešće priređuje mariniranjem kao salata. Celer je dobar diuretik, pospješuje izlučivanje žuči, rad bubrega, povoljno djeluje na cirkulaciju u krvi, pomaže probavi, smanjuje količinu šećera u krvi kod dijabetičara. Najbolje djeluju svježi pripravci, sok od lišća, peteljki ili korijena. Zbog vrlo intenzivnog mirisa dobro ga je miješati sa sokom od cikle ili mrkve (Lešić i sur., 2004.).

2.2. Fosfor

Fosfor je nemetal koji se u prirodi, tlu i biljkama javlja u peterovalentnom obliku. Nalazi se u nukleoproteidima, fosfolipidima, enzimima i drugim bitnim organskim spojevima (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). Ključni je element u mnogim biokemijskim reakcijama koje uključuju genetički materijal (DNA, RNA) i prijenos energije (ATP), a veliku važnost ima i kao građevni element u membranama (fosfolipidi) i kostima (Ruttenberg, 2003.).

Fosfor se nalazi u tlima i sedimentima u nepristupačnom obliku i nije izravno dostupan biljkama. Pretvorba nepristupačnih oblika fosfora u pristupačne oblike koje biljke mogu asimilirati, posljedica je geokemijskih i biokemijskih reakcija u globalnom kruženju fosfora (Rutenberg, 2003.). Ciklus se odnosi na razgradnju fosfornih spojeva u tlu, usvajanja u biljke i ponovnog nastanka minerala (Vukadinović i Vukdinović, 2011.).

2.2.1 Fosfor u tlu

Fosfor se na Zemlji nalazi u matičnim stijenama, tlu i organizmima. Proces razgradnje matičnih stijena glavni je izvor fosfora u tlu, najčešće apatita. Tijekom nastanka i razvoja tla, fosfor mijenja kemijske oblike i forme. U početnim fazama razvoja, fosfor je najčešće u obliku primarnih minerala (apatit), a u središnjim fazama razvoja, rezerve primarnih minerala se smanjuju, a povećavaju se količine organskog fosfora i sekundarnih minerala koji su teže topivi (Schlesinger i sur., 2003.). Sadržaj fosfora u litosferi je promjenjiv, a u tlu se nalazi kao organski ili anorganski fosfor. Većina poljoprivrednih tala sadrži 40-80% anorganski vezanog fosfora i 20-60% organski vezanog fosfora (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

Postoje tri frakcije fosfora u tlu:

- Fosfor u otopini tla
- Fosfor u labilnom rezervoaru (pool-u)
- Fosfor u stabilnom rezervoaru (pool-u)

Fosfor koji se nalazi u otopini tla predstavlja vodotopivi fosfor, te najmanje zastupljenu frakciju P u tlu. Koncentracije fosfatnog iona u otopini su niske, od 0,2 do 1 mg/kg, jer se brzo transformira u teže pristupačne oblike. Ishrana fosforom iz otopine tla nedostatna je za biljke pa ovisi o pritjecanju iz labilnog rezervoara odnosno teže topivih oblika fosfora. Labilni pool je druga frakcija fosfora. Pool označava bazen pa tako labilni pool predstavlja lako topive i zamjenjive fosfate, a nalazi se u ravnoteži s otopinom hraniva. Stabilni pool predstavlja teško zamjenjivi fosfor jer je vezan u mineralima i u organskoj tvari. Oslobađanje fosfora iz ove frakcije je težak i dugotrajan proces (Ćustić, 2000.). Osnovni čimbenik koji utječe na pristupačnost fosfora je pH. U alkalnim tlima nalazimo lakše topive Ca fosfate, dok u kiselim tlima prevladavaju teže topivi Al i Fe-fosfati. Zbog važnosti fosfora u tlu, često se kisela tla tretiraju materijalima za kalcizaciju, kako bi povećali dostupnost fosfora u tlu, što ima veći učinak nego gnojidba fosfornim gnojivima na kiselim tlima (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

2.2.1.1. Vodotopivi fosfor

Vodotopivi fosfor predstavlja fosfor topiv u vodi, najmanje zastupljenu frakciju fosfora u tlu. U vodenoj fazi tla nalazi se u prosjeku manje od 1 kg/ha fosfora, dok porastom koncentracije nakon gnojidbe dolazi do prelaska u manje topive oblike (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). Koncentracija odnosa vodotopivih i manje topivih oblika fosfora ovisi o količini fosfora koja se već nalazi u tlu, odnosno iz labilnog i stabilnog pool-a. Količina fosfora u otopini tla nedostatna je za ishranu bilja, pa ovisi o pritjecanju iz labilnog rezervoara, odnosno teže topivih oblika fosfora (Ćosić i sur, 2005.). Osim vodotopivog fosfora, fosfor se u tlu nalazi i kao spoj topiv u kiselinama, lužinama i teško topivi fosfor.

2.2.1.2. Fosfor topiv u kiselinama

Fosfor topiv u kiselinama dalje se dijeli na dvije podfrakcije, ovisno o tome otapa li se u slabim ili jakim kiselinama. Spojevi koji se tope u slabim kiselinama heterogena su grupa i teško se mogu odrediti, ali su od velike važnosti u ishrani bilja, a određuju se u otopini amonij-acetatlaktata. Druga skupina, topiva u jakim kiselinama obuhvaća tercijarne fosfate tipa apatita i fosforita, te aluminijske i željezne fosfate (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

2.2.1.3. Fosfor topiv u lužnatim otopinama

Frakcija, koja u tlu ostaje nakon tretiranja kiselinama, čini fosfor topiv u lužnatim otopinama. U tu se svrhu najčešće se koristi 0,25 mol/dm^3 NaOH. Količina fosfora koja se oslobađa u lužnatim otopinama ovisi o količini kalcija u tlu i kreće se između 50 i 600 ppm (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

2.2.1.4. Teško topiv fosfor

Grupa spojeva čiji se sadžaju u tlu neznatno mijenja. Tako vezani fosfor potpuno je neraspoloživ za ishranu bilja. Otapanje se provodi kiselinama HCl i HNO_3 ili u flourovodičnoj kiselini nakon potpune razgradnje svih minerala tla (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

2.2.1.5. Organski fosfor

Organski se fosfor u tlu akumulira nakon razgradnje biljnih ostataka, a jedan dio nastaje kao produkt mikrobioloških kemosintetskih procesa. Ukoliko je količina fosfora tijekom mineralizacije u organskoj tvari ispod 0,2%, mikroorganizmi će koristiti taj fosfor za svoje potrebe. Taj proces naziva se biološka imobilizacija fosfora. Sadržaj organskog fosfora ovisi o tipu tla, a frakcioniranje se može izvesti kiselinama i lužinama (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). Za ishranu bilja povoljnija je frakcija topiva u kiselinama jer ona brže podliježe mineralizaciji. Proces mineralizacije fosfora sličan je mineralizaciji dušika, a ovisi o temperaturi i količini organske tvari u tlu. Najefikasnija je razgradnja pri temperaturi 30-40°C (Ćosić i sur., 2005.). Povećanje organske tvari u tlu i unošenje stajskog gnoja može dovesti do boljeg iskorištenja fosfora, što može biti rezultat djelovanja karbonatne kiseline na otapanje primarnih minerala (Butorac, 1999.). Na dostupnost fosfora u tlu utječe odnos ugljika i fosfora, a najveći dozvoljeni omjer je 200:1. Do mobilizacije fosfora dolazi pri omjeru 200:1, dok pri omjeru 300:1 nastupa imobilizacija fosfora.

2.2.2. Fosfor u biljkama

Tijekom života, biljke usvajaju hraniva različitim intenzitetom. U početku rasta i razvoja najintenzivnije je nakupljanje mineralnih tvari; količina primljenih elemenata po jedinici suhe tvari je najveća. Za razliku od tla, fosfor je unutar biljke jedno od najpokretljivijih hraniva. Biljke pojačano usvajaju fosfor na početku vegetacije prilikom formiranja korijenovog sustava, te na prijelazu iz vegetacijske u reproduktivnu fazu života (Čoga, 2009.).

3.2.1.1. Fiziološka i gradivna uloga fosfora u biljci

Biljke usvajaju fosfor isključivo u anionskom obliku (ortofosfati), kao HPO_4^{2-} i $H_2PO_4^-$. U stanici se nalazi kao anorganski fosfat, ester ili anhidrid. Koncentracija fosfora u biljkama je prosječno 0,3-0,5% (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). Mlađa tkiva sadrže veću količinu anorganskog fosfora koji u biljci sudjeluje u održavanju osmotskog tlaka. Fosfor u biljci sudjeluje u važnim fiziološkim procesima, a ima ključnu ulogu u svakom procesu u biljci koji uključuje prijenos energije. Energija se u svim stanicama pohranjuje u obliku adenozin trifosfata (ATP) koji djeluje kao glavno skladište energije unutar stanica, bez kojeg biljka ne bi mogla obavljati redovite životne funkcije. ATP je spoj građen od dušične baze adenina, monosaharida riboze i tri fosfatne skupine (Pevalek-Kozlina, 2003.). Fosfor se nalazi u sastavu raznih koenzima (purinskih, pirimidinskih, nikotinamidnih i flavinskih skupina), pa stoga sudjeluje i u metabolizmu N-spojeva, ugljikohidrata i drugih spojeva (Ćosić i sur., 2005.).

Osim uloge u fiziološkim procesima biljke, fosfor je jedan od važnijih gradivnih elemenata u biljci. Nalazimo ga u fosfolipidima koji izgrađuju plazmatske membrane. Plazmatske membrane predstavljaju vezu s okolišem, a omogućuju primanje i izmjenu tvari sa stanicom. Sastavni je dio nukleinskih kiselina i nukleotida, što mu omogućuje da sudjeluje u pohrani i prijenosu genskih informacija (Ćosić i sur., 2005.). Fosfor je ključna komponenta tvari koje grade gene i kromosome, time je i esencijalni dio procesa prenošenja genetskog koda od jedne generacije na drugu. Dovoljna količina fosfora je ključna za razvoj novih stanica i prijenos genetskog koda od stanice do stanice (Sultenfuss i Doyle, 1999.).

3.2.1.2. Usvajanje fosfora

Usvajanje hranjivih tvari je različito, ovisno o biljnoj vrsti, aktivnoj površini korijena te količini i vrsti izlučevina korijena sposobnih za mobilizaciju hraniva. Aktivnu površinu korijena čini zona s korijenovim dlačicama koje dolaze u neposredan dodir s koloidnim česticama tla (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). Fosfor ulazi u biljku preko korijenovih dlačica i korijenovog vrha. Usvajanje je potaknuto mikoriznim gljivama koje rastu u asocijaciji s korijenjem mnogih usjeva. Kada dospije u korijen biljke, fosfor se može skladištiti ili u korijenu ili transportirati u više dijelove biljke (Sultenfuss i Doyle, 1999.). Boljka fosfor može usvajati pasivnim i aktivnim putem.

Korijenove dlačice mogu iskoristiti minerale iz tla u neposrednoj blizini površine korijena učinkovitije zbog svog geometrijskog rasporeda na korijenu i sposobnosti povećanja površine korijena. Arhitektura korijena odnosi se na složenost prostornih konfiguracija korijenovog sustava koji nastaje kao reakcija na uvjete u tla. To uključuje morfologiju, topologiju i način distribucije korijena. Ograničenje količine fosfora u tlu primarni je

čimbenik koji utječe na korijen i poznato je da utječe na sve aspekte rasta i razvoja korijena. Studije, koje su proveli Drew (1975.) te Jackson i sur. (1990.) pokazale su učinak lokalizirane opskrbe tla fosforom na produljenje korijena kod trava. Prilagodbe koje pojačavaju usvajanje fosfora iz površinskog sloja tla važne su zbog relativne nepokretljivosti fosfora u tlu, jer se najveće količine obično nalaze u površinskom sloju tla i slabim kretanje u donje slojeve tla.

Zbog snažnih reakcija s komponentama tla, biljke se ortofosfatima prvenstveno opskrbljuju difuzijom, a ne masovnim strujanjem ("mass flow-om"). Iako koncentracija fosfata u otopini tla rijetko prelazi 2 μM (2×10^{-6} M), u stanicama biljke njihove su koncentracije mnogo veće i iznose 2-20 mM (2×10^{-3} M) (Bieleski, 1973.). Da bi biljka prešla ovu razinu koncentracije, kao i negativni membranski potencijal, potreban je aktivni transport preko plazmaleme (Vance i sur., 2003.). Smatra se da je usvajanje pretežno aktivan proces koji ovisi o disanju, sintetskoj aktivnosti korijenovog sustava i fotosintetskoj aktivnosti zelenih organa biljke (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). Niz tvari se aktivnim prijenosom crpi kroz plazmatske membrane, što znači da prijenos teče uz energetsku spregu s jednom ili više reakcija (Pevalek - Kozlina, 2003.). Prenošenje tvari kroz živu membranu može se odvijati uz pomoć molekula prenositelja proteinske ili fosfolipidne građe. Obzirom na proteinskolipidnu građu živih membrana, fosfolipidi imaju neophodna svojstva za prijenos tvari kroz membrane.

Pasivni prijenos se vrši bez utroška energije, fosfor strujanjem vode prati koncentracijski gradijent. Iz otopine tla ioni strujom vode dospiju u apoplast korijena koji čine slobodno pristupačne stanične stijenke korijenovih dlačica i stanice kore korijena. Pasivno primanje je reverzibilno, što znači da se anioni iz korijena opet mogu isprati (Pevalek - Kozlina, 2003.).

2.2.3. Fosfor u ljudskom organizmu

Fosfor je uz kalcij, najvažniji mineral koji sudjeluje u građi kostiju i zuba. U tkivima je oko 700 g fosfora od čega je 85% u kosturu i zubima u obliku kristala kalcij-fosfata. Preostalih 15% je u stanicama i izvanstaničnoj tekućini. Oko 50% fosfata je u serumu u obliku iona, oko 10% je vezano za proteine, oko 40% je dio različitih kompleksa (Šatalić, 2016.).

Šatalić (2016.) i Lovrić (2004.) ističu važnost fosfora koji u ljudskom organizmu sudjeluje u svim vitalnim funkcijama.. Osim kod kostiju i zuba, fosfor je gradivni dio RNK i DNK nukleinskih kiselina, fosfolipida svake stanične membrane, osnovne energetske jedinice ATP-a, i određenog broja enzima i koenzima. Sadržaj minerala u tragovima u hrani ovisi o sastavu tla koje se koristi prilikom proizvodnje, količini pristupačne vode i o načinu obrade namirnice. Hrana bogata proteinima često je bogata i fosforom. Izvori su meso, perad, riba, jaja, mlijeko i mliječni proizvodi. Fosforni spojevi djelomično utječu i na aktivnost mozga i živaca te na zgrušavanje krvi. Fosfora ima i u crvenim krvnim zrncima, a on omogućava formiranje staničnih membrana, pa tako i izmjenu tvari (Lovrić, 2004.).

Deficit fosfora ili hipofosfatemija nedovoljnim unosom hrane je vrlo rijetka pojava. Fosfor je vrlo rasprostranjen element u svim vrstama hrane, pa se bilo kojim unosom hrane, u normalnoj prehrani, skupi dovoljna količina fosfora koja ne bi uzrokovala deficit. Međutim, u

određenim situacijama može doći do deficita, uslijed poremećaja u radu bubrega ili faktora koji utječu na apsorpciju fosfora (web 12). Povećane koncentracije fosfora u krvnom serumu su posljedica neadekvatnog rada bubrega, zbog poremećaja renalne filtracije. Svaki poremećaj unosa fosfata odražava se na metabolizam kalcija. Tako prekomjeran unos fosfata uz manje doze kalcija dovode do negativnog balansa kalcija.

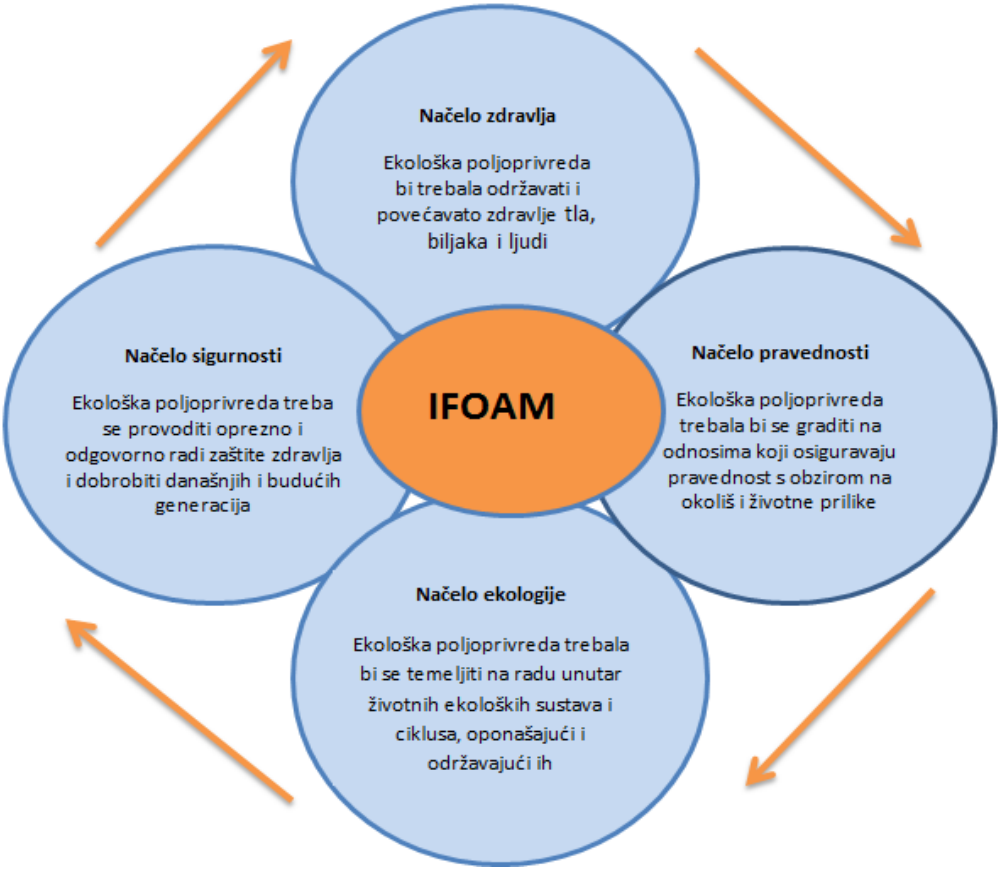
2.3. Oblici poljoprivredne proizvodnje

2.3.1. Ekološka poljoprivreda

Ekološkom poljoprivredom se proizvodi hrana iz zdrave i cjelovite zajednice tla i biljaka bez uporabe mineralnih gnojiva, GMO, pesticida i drugih sintetičkih kemijskih preparata. Ekološka poljoprivreda dugoročno poboljšava kvalitetu tla i doprinosi povećanju biološke raznolikosti (Puđak i Bokan, 2011.). Za razliku od konvencionalne poljoprivrede, koja se temelji na velikim unosima izvan farme, ekološka poljoprivreda propagira što manji unos izvan farme (Kisić, 2014.).

Pojam ekološka poljoprivreda odnosi se na način proizvodnje hrane i na posebnu kakvoću proizvoda koja je posljedica prirodnih uvjeta rasta. Nekoliko istraživanja pokazuje kako ekološki proizvedena hrana ima bolju skladišnu sposobnost, prvenstveno zbog manje količine vode te slabije enzimatske i mikrobiološke aktivnosti. Brojna istraživanja pokazuju da je sadržaj vitamina i minerala u proizvodima iz ekološkog uzgoja viši, nego u odgovarajućim poredbenim uzorcima konvencionalnih proizvoda. Osim toga, istraživanja pokazuju da vrsta gnojiva i način primjene također utječu na sadržaj vitamina i minerala (Znaor, 1996.).

Ciljevi ekološke proizvodnje obuhvaćaju zatvorenost proizvodnog sustava, održavanje plodnosti tla, smanjenje svih oblika zagađenja, smanjenje trošenja fosilnih goriva i usmjeravanje stočarstva ka prirodnim uvjetima uzgoja stoke (Kisić, 2014.). Limitirajući prirodni čimbenici i čovjekov utjecaj u poljoprivrednoj proizvodnji, te općenito negativni utjecaji na cjelokupni sustav, potakli su uvažavanje ekoloških načela u praksi i strateškim orijentacijama. U ekološkoj poljoprivredi koristi se organsko gnojivo i mehaničke mjere zaštita bilja (pljevljenje ili kultiviranje), što sliči tradicionalnoj poljoprivredi. Ekološka poljoprivreda postojala je kao praksa u tradicionalnom društvu. Tek u (post)industrijskom društvu, s nastankom "industrijske poljoprivrede" i s njezinim posljedicama za čovjeka i okoliš, ona je postala teorijski, ekološki, tehnološki, socijalni i politički problem i aktualna tema u svijetu, a danas i u Hrvatskoj (Cifrić, 2002.). Bolji uvod u ekološku poljoprivredu donose četiri glavna načela koja su prikazana na slici 2.3.1.



Slika 2.3.1. Načela ekološke proizvodnje

Izvor: Kisić, (2014.)

Gotovo 74% obradivih ekoloških površina nalazi se u Europi, u SAD-u ih je 18%, dok je u Aziji i Južnoj Americi po 4% ratarskih ekoloških površina. Od povrća su najzastupljenije mahunarke, salata, rajčica i krastavci. Najveći udio površina u ekološkom povrćarstvu je u Danskoj, Švicarskoj, Austriji i Njemačkoj (Kisić, 2014.).

2.3.2. Konvencionalna poljoprivreda

Konvencionalna poljoprivreda zaživjela je početkom dvadesetog stoljeća, zahvaljujući povećanoj upotrebi mineralnih gnojiva, sredstava za zaštitu bilja, ali i novostvorenih kultivara, kao i suvremenoj agrotehnici, što je dovelo do izrazitog povećanja prinosa (Kisić, 2014.). Na taj su način nastale osnove za razvoj konvencionalne poljoprivrede. Zbog velikog povećanja prinosa i izvanrednih rezultata primjenom mineralnih gnojiva i sredstava za zaštitu, poljoprivrednici su promijenili mišljenje o agrokemikalijama i počeli ih koristiti u većoj mjeri. Takav pristup ostvario je veće prinose, a time i profit. Iako je ekspanzija korištenja mineralnih gnojiva imala izvanredne rezultate, već krajem dvadesetog stoljeća počinju se javljati negativne promjene u okolišu, kao posljedica prekomjernog korištenja mineralnih gnojiva.

Kisić (2014.) prema Butorac (1999.) definira konvencionalnu poljoprivredu kao poljoprivredu koja uključuje stvaranje visokorodnih kultivara i hibrida, suvremenu i intenzivnu agrotehniku, primjenu pesticida i mineralnih gnojiva. Bašić (1995.) navodi da u konvencionalnoj poljoprivredi poljoprivredno gospodarstvo gubi samodostatnost, a ovisi o unosima izvan gospodarstva. Konvencionalna poljoprivreda je najveći onečišćivač okoliša uz

industriju i promet. Do onečišćenja dolazi uslijed proizvodnje i intenzivne uporabe mineralnih gnojiva, pesticida, veterinarskih preparata, rada strojeva i sl. Osim toga, ona je uzrok smanjenja i gubitka biljnih i životinjskih vrsta, erozije tla i gubitka humusa. Jedno od najvećih problema je onečišćenje voda i akvatičnih sustava, tla i zraka uzrokovanih poljoprivrednom proizvodnjom (Znaor, 1996.). Osnovni cilj konvencionalne poljoprivrede je maksimalan prinos po jedinici površine, uz velike troškove neobnovljivih resursa i energije. Posljedica ovakvog pristupa poljoprivrednoj proizvodnji je iscrpljenje prirodnih i ograničenih resursa te ekološki problem zagađenja.

3. Materijali i metode

3.1. Uzorkovanje celera

Uzorkovanje za ovo istraživanje obavljeno je 27.11.2016. godine u Zagrebu na tržnici 'Dolac', u trgovačkim lancima 'Konzum' i 'Billa' i trgovinama organskih proizvoda 'bio&bio' i 'Eko Sever'. Prilikom prikupljanja uzoraka, težilo se prikupljanju morfološki različitih uzoraka, s ciljem da uzorci budu reprezentativni. Na svim su lokacijama uzorci uzimani u triplikatu. Prva dva uzorka predstavljaju domaću proizvodnju, prikupljena na gradskoj tržnici 'Dolac'. Uzorci korijena celera prikupljeni na tržnici nisu tretirani sredstvima za zaštitu bilja, a od gnojiva korišten je samo stajski gnoj. Drugu lokaciju obuhvaćao je trgovački lanac 'Konzum'. Uzorci s te lokacije predstavljaju konvencionalnu proizvodnju celera. Kao i 'Konzum', još jedan predstavnik konvencionalne proizvodnje je trgovački lanac 'Billa', koji je bio treća lokacija za prikupljanje uzoraka. Trgovine organskih proizvoda, 'bio&bio' i 'Eko Sever' su četvrta i peta lokacija za prikupljanje uzoraka. Predstavnici su ekološke proizvodnje, gdje uzorci nisu tretirani mineralnim gnojivima. U tablici 4. navedeni su podaci o prikupljenim uzorcima.

Tablica 4. Podaci o prikupljenim uzorcima

Redni broj uzorka	1	2	3	4	5	6
Oznaka uzorka	Celer 1	Celer 2	Celer 3	Celer 4	Celer 5	Celer 6
Lokacija uzorkovanja	'Dolac 1'	'Dolac 2'	'Konzum'	'Billa'	'bio&bio'	'Eko Sever'
Porijeklo proizvoda	Granešina	Turopolje	Dugo selo	Varaždin	Topolovac	/
Gnojidba	Stajski gnoj	Stajski gnoj	Mineralna gnojiva	Mineralna gnojiva	/	/
Sredstva za zaštitu bilja	/	/	Korištena	Korištena	/	/

Nakon prikupljanja, uzorci su transportirani do laboratorija u što kraćem roku, kako bi se nastavila obrada.

3.2 Kemijske metode

U analitičkom laboratoriju Zavoda za ishranu bilja Agronomskog fakulteta, uzorci su upisani u matičnu knjigu uzoraka. Dodijeljeni su im analitički brojevi koji služe u daljnjoj identifikaciji tijekom provođenja analiza. Nakon toga, uzorci su pripremljeni za kemijsku analizu. Odvojena je kora zadebljalog korijena celera kako bi se izdvojio dio biljke potreban za analizu (Slika 7). Očišćeni je korijen ispran destiliranom vodom te je rezanjem i mljevenjem usitnjen i pripremljen za sušenje (slike 3.2.1., 3.2.2. i 3.2.3.).



Slika 3.2.1. Priprema uzoraka korijena korijena celera
Autor: Jurišić, 2016



Slika 3.2.2. Usitnjen uzorak spreman za mljevenje
Autor: Jurišić, 2016



Slika 3.2.3. Usitnjen uzorak nakon mljevenja, spreman za sušenje
Autor: Jurišić, 2016



Slika 3.2.4. Vaganje prazne zdjelice
Autor: Jurišić, 2016



Slika 3.2.5. Uzorci osušeni do konstantne mase
Autor: Jurišić, 2016

Usitnjeni uzorci spremljeni su u prethodno izvagane zdjelice (Slika 3.2.4), nakon čega su izvagane zdjelice s vlažnim uzorkom. Zatim je biljni materijal sušen u sušioniku na 105 ^{0}C do konstantne mase (Slika 3.2.5.) te je mljeven i homogeniziran u laboratorijskom mlincu za uzorke. Nakon toga je slijedila razgradnja homogeniziranog materijala koja se odvijala u vidu mokrog spaljivanja pri čemu su korišteni sljedeći materijali:

- 0,5 g biljnog materijala,
- 7 ml HNO_3 te
- 1 ml $HClO_4$.

Tako tretirani materijal spaljivao se u mikrovalnoj peći (slike 3.2.6. i 3.2.7.) tijekom 60 minuta. Dobivena prozirna tekućina kvantitativno je prenesena u odmjernu tikvicu od 50 ml koja predstavlja osnovnu otopinu iz koje se dalje izvode očitanja istraživanih komponenti celera.



Slika 3.2.6. Slaganje uzoraka tretiranih smjesom kiselina u mikrovalnu peć
Autor: Jurišić, 2016



Slika 3.2.7. Mokro spaljivanje uzoraka u mikrovalnoj peći
Autor: Jurišić, 2016

Kako bi se spektrofotometrijom očitao fosfor, u odmjernu tikvicu zapremnine 50 ml pipetom je dodano 5 ml razgrađenog uzorka (probe) i 10 ml molibdenovanadatnog reagensa te je tikvica nadopunjena destiliranom vodom. Prije samog očitanja obavljena je kalibracija spektrofotometra radnim standardima od 0, 0,2, 0,4, i 0,6 mg P_2O_5/L (Slika 3.2.8.) te je izrađen kalibracijski pravac. Budući da je riječ o fosforu, za očitanje odziva analita na spektrofotometru (Slika 3.2.9) koristi se valna duljina (λ) od 420 nm (AOAC, 2015.).

Odziv se iskazuje u mg P_2O_5/L u suhoj tvari te se dalje izračunava na sljedeći način:

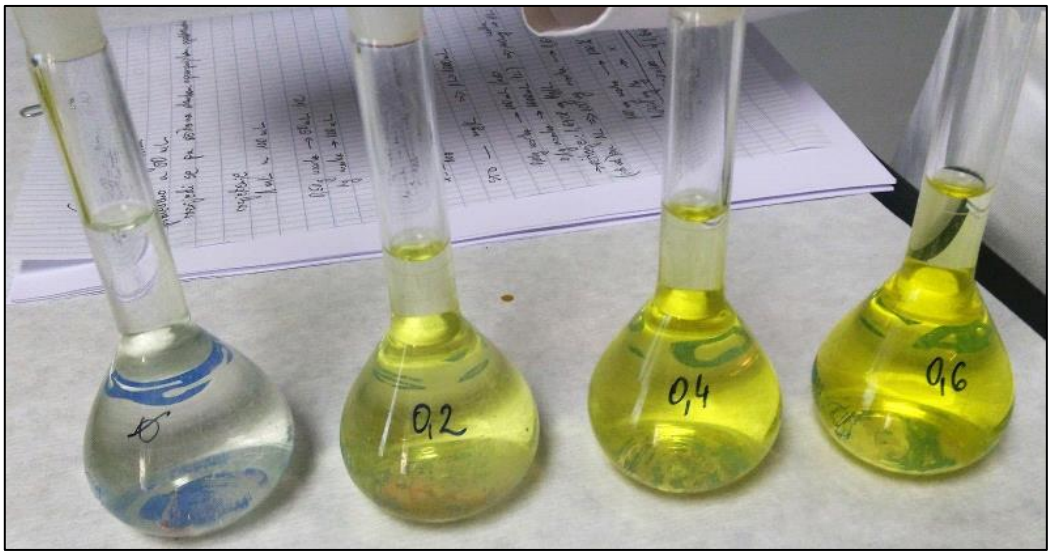
% P_2O_5= mg P_2O_5/L * 0,1

% P = % P_2O_5: 2,29.

Količina fosfora iz suhe u svježu tvar izračunava se prema sljedećim izrazima:

f_{ST} = 100 / %ST

% P (u svježoj tvari) = % P (u suhoj tvari) / f_{ST}.



Slika 3.2.8. Radni standardi korišteni pri kalibraciji spektrofotometra
Autor: Jurišić, 2016



Slika 3.2.9. Očitavanje količine analita u otopini na spektrofotometru
Autor: Jurišić, 2016

4. Rezultati i rasprava

U ovom poglavlju navedeni su rezultati kemijske analize korijena celera. Podaci se odnose na šest različitih uzoraka, od kojih 'Dolac' 1 i 'Dolac' 2 predstavljaju proizvodnju bez korištenja sredstava za zaštitu bilja kao i folijarnih i mineralnih gnojiva. 'Konzum' i 'Billa' su predstavnici konvencionalne poljoprivrede, a ekološki uzgojeni uzorci su iz trgovina 'bio&bio' i 'Eko Sever'.

U tablici 5 prikazane su količine suhe tvari u uzorcima korijena celera. Ukupna količina suhe tvari kretala se od 9,0% do 13,86%. Najveća količina suhe tvari utvrđena je u celeru iz 'bio&bio' i 'Bille' (13,86 i 13,07 % suhe tvari), i međusobno se statistički značajno ne razlikuju.

Promatrajući tablicu 6 (% P u suhoj tvari), vidljivo je kako se količine fosfora u suhoj tvari celera kreću u rasponu od 0,50% do 0,93% P. Najveća količina fosfora u suhoj tvari utvrđena je u celeru iz trgovine 'Eko Sever' (celer 6) s 0,93% P i celeru s tržnice 'Dolac' (celer 1) kod kojeg količina fosfora u suhoj tvari iznosi 0,82% P. Ti uzorci se statistički ne razlikuju značajno. Najmanju količinu od 0,50% P u suhoj tvari utvrđen je u celeru iz 'Bille' (celer 4). što je u skladu s vrijednostima (0,36-0,58% P) koje navode Madrid i sur. (2008.).

U celeru iz trgovine 'Eko Severa' (celer 6), predstavniku ekološke proizvodnje utvrđen je mali postotak suhe tvari (9%), no unatoč tome, utvrđena je najveća količina fosfora u suhoj tvari, dok je kod celera iz trgovine 'Billa' (celer 4), predstavnika konvencionalne poljoprivrede utvrđena manja količina fosfora u suhoj tvari, no najveći postotak suhe tvari.

Promatrajući vrijednosti za fosfor u 100 g svježe tvari (tablica 6) vidljivo je da se vrijednosti kreću u rasponu od 67 do 90 mg P/100 g svježe tvari. Najveća i statistički značajna količina suhe tvari je u celeru s tržnice 'Dolac' (celer 1) i iznosi 90 mg fosfora, a nakon nje slijedi celer iz trgovine 'Eko Sever' (celer 6) s 84 mg P/100 g svježe tvari. Najmanje vrijednosti fosfora u svježoj tvari utvrđene su u uzorku „Celer 2“ koji je kao i uzorak „Celer 1“ s najvećom vrijednosti fosfora u svježoj tvari, prikupljen na tržnici 'Dolac'. Dobivene vrijednosti skladu su s rasponom od 28 do 115 mg P/100 g svježe tvari kojeg navode Lešić i sur. (2004.). Ostali izvori (Botanical online, 2009., The World's Healthiest Food, 2016., Peter, 2006.) navode vrijednosti koje su znatno niže od rezultata ovog istraživanja (tablica 3), što ukazuje na velika variranja koja mogu biti posljedica brojnih agroekoloških čimbenika.

Tablica 5. Količina suhe tvari korijena celera

Oznaka uzorka	Lokacija	% suhe tvari
Celer 1	'Dolac 1'	11,09 B
Celer 2	'Dolac 2'	10,95 B
Celer 3	'Konzum'	11,13 B
Celer 4	'Billa'	13,86 A
Celer 5	'bio&bio'	13,07 A
Celer 6	'Eko Sever'	9,0 C

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

Tablica 6. Podaci dobiveni analizom šest prosječnih uzoraka

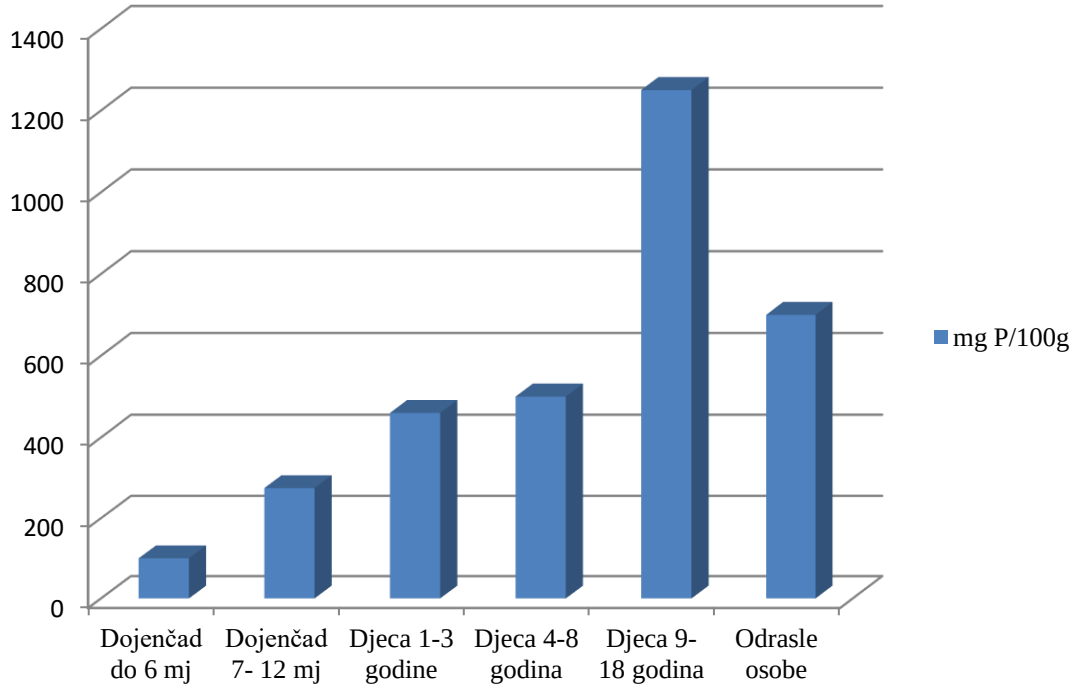
OZNAKA UZORKA	OPIS UZORKA	% P u suhoj tvari	mg P/100 g u svježoj tvari
Celer 1	'Dolac 1'	0,82 A	90 A
Celer 2	'Dolac 2'	0,61 BC	67 C
Celer 3	'Konzum'	0,67 BC	74 ABC
Celer 4	'Billa'	0,50 C	69 BC
Celer 5	'bio&bio'	0,58 BC	76 ABC
Celer 6	'Eko Sever'	0,93 A	84 AB

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

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

Grafikon 1. prikazuje preporuke za dnevni unos fosfora prema životnoj dobi. Šatalić (2008.) prema podacima WHO navodi da preporučeni dnevni unos fosfora za dojenčad do 6 mjeseci starosti iznosi 100 mg fosfora, a od 7 do 12 mjeseci 275 mg fosfora. Za djecu starosti od 1 do 3 godine preporučeni dnevni unos fosfora iznosi 460 mg, malo više iznosi za djecu 4 do 8 godina 500 mg fosfora, dok za djecu u dobi od 9 do 18 godina dnevna potreba iznosi 1250 mg fosfora. Vrijednost fosfora za odrasle osobe iznosi 700 mg fosfora. Prema ovim podacima vidljivo je da je najpotrebniji unos mineralnih tvari, uključujući fosfor, tijekom puberteta.

Konzumiranjem 100 g celera iz ovog istraživanja s tržnice 'Dolac' („celer 1“ i „celer 2“) može se podmiriti 12,8%, iz trgovine 'Eko Sever' („celer 6“) 12%, iz 'bio&bio' („celer 5“) 10,8%, iz 'Konzuma' (celer 3) 10,57%, a iz 'Bille' (celer 4) 9,8% dnevnih potreba za fosforom.



Grafikon 1. Referentni prehrambeni unos fosfora prema WHO

Izvor: Šatalić, 2008

5. Zaključak

Ovim istraživanjem utvrđene su količine fosfora u korijenu celera iz različitih oblika poljoprivredne proizvodnje.

Uzorci koji predstavljaju konvencionalnu proizvodnju, prikupljeni su u trgovačkim lancima 'Konzum' i 'Billa', dok su uzorci proizvedeni ekološkim uzgojem prikupljeni iz trgovina 'bio&bio' i 'Eko Sever'. Uzorci koji su prikupljeni na gradskoj tržnici 'Dolac', predstavljaju proizvodnju bez korištenja sredstava za zaštitu bilja kao ni folijarnih i mineralnih gnojiva.

Analizom dobivenih podataka, vidljivo je da je količina fosfora u suhoj tvari bila viša u proizvodima iz ekološke poljoprivrede. Najveća količina fosfora u suhoj tvari celera bila je u celeru iz trgovine 'Eko Sever' (0,93% P), dok je najmanja količina bila u celeru iz trgovine 'Billa' (0,50% P). Kod fosfora u svježoj tvari, najveću vrijednost imao je „celer 1“ (90 mg P/100 g), i najmanju „celer 22 (67 mg P/100 g) koji su prikupljeni na tržnici 'Dolac'.

Konzumacijom 100 g celera iz ovog istraživanja može se podmiriti 9,5 do 12,8%. dnevnih potreba za fosforom.

6. Literatura

1. AOAC (2015). Officinal Method of Analysis of AOAC International, Gaithersburg, Maryland, USA.
2. Bašić F. (1995). Održiva poljoprivreda u Hrvatskoj. Poljoprivredna znanstvena smotra 60 (2): 237-247.
3. Bieleski R.L. (1973). Phosphate pools, phosphate transport, and phosphate availability. Annual Review. Plant Phisiology, 24: 225-252.
4. Butorac, A. (1999). Opća agronomija. Školska knjiga, Zagreb.
5. Cifrić I. (2003). Sociologija sela 41, Značaj iskustva seljačke poljoprivrede za ekološku poljoprivredu. Institut za društvena istraživanja u Zagrebu. (1:2): 5-27.
6. Čoga L. (2009). Metode i dijagnostika u ishrani bilja – Interna skripta, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
7. Ćosić T., Čoga L., Petek M., Pavlović I. (2005). Ishrana bilja, Interna skripta, Zagreb.
8. Ćustić M. (2000). Ishrana bilja, Interna skripta, Zagreb.
9. Hefer D., Kovačić I., Božić-Sumrak B. (2011). Proizvodnja celera u sustavu kap na kap. Glasnik zaštite bilja 4/2011: 66-73.
10. Kisić I. (2014). Uvod u ekološku poljoprivredu. Grafički zavod Hrvatske, Zagreb
11. Lešić R., Borošić J., Butorac I., Herak-Ćustić M., Poljak M., Romić D. (2004). Povrćarstvo, 2. dopunjeno izdanje. Zrinski d.d., Čakovec.
12. Lovrić M. (2004.) Minerali, aminokiseline i ostali sastojci prehrane. Vlastiti nakl, Zagreb.
13. Madrid R. Lopez M., Barba E. L., Gomez P, Artes F. Influence of Nitrate Fertilizer on macronutrient contents of celery plants on soil- less culture (2008). Journal of Plant Nutrition, 31: 55–67.
14. Matotan, Z. (2004). Suvremena proizvodnja povrća Zagreb, Nakladni zavod Globus, Zagreb.
15. Parađiković N. (2009). Opće i specijalno povrćarstvo. Poljoprivredni fakultet, Osijek.
16. Pavlek, P. (1985). Specijalno povrćarstvo, II izdanje. Sveučilišna naklada – Liber, Zagreb.
17. Petek M. (2009). Mineralni sastav cikle (*Beta vulgaris* var. *conditiva* Alef.) pri organskoj i mineralnoj gnojidbi. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
18. Peter K.V (2006). Handbook of herbs and spices. Woodhead publishing- England Cambridge, 3:18, 317-334.
19. Pevalek – Kozlina B. (2003). Fiziologija bilja. Profil International, Zagreb, Kaptol.
20. Puđak J., Bokan N. (2011). Sociologija i prostor, Ekološka poljoprivreda-indikator društvenih vrednota. Institut za društvena istraživanja u Zagrebu. 190 (2): 137–163.
21. Ruttenberg K. C. (2003). The global phosphorus cycle. University of Hawaii, Honolulu, USA 8:13, 585-633.

22. Sultenfuss J. H., Doyle, W. J. (1999). Functions of Phosphorus in Plants, Better Crops 83/1: 6-7.
23. Šatalić Z. (2016). Mineralne tvari, Znanost o prehrani. Prehrambeno biotehnološki fakultet-interna skripta.
24. Šatalić Z.(2008). Energetske i nutritivne potrebe. MEDICUS 2008. Vol. 17, 5-17.
25. Vance C. P., Uhde – Stone C., Allan D. L. (2003). Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. New Phytologist 157: 423 – 447.
26. Vukadinović V., Vukadinović V. (2011). Ishrana bilja. Sveučilište u Osijeku, Poljoprivredni fakultet.
27. Znaor, D. (1996.) Ekološka poljoprivreda. Nakladni zavod Globus, Zagreb.

Web izvori:

Web 1: Agroklub.com

https://www.agroklub.com/sortna-lista/povrce/celer-korjenas-131/

Pristupljeno: 01.07.2017

Web 2: www.kadmo.hr

http://www.kadmo.hr/celer/11-president-rz

Pristupljeno :23.09.2017

Web 3: www.kadmo.hr

http://www.kadmo.hr/celer/11-president-rz

Pristupljeno: 23.09.2017

Web 4: www.agroportal.hr

http://www.agroportal.hr/agro-baza/sortne-liste/povrce/celer-povrce/8658

Pristupljeno: 23.09.2017

Web 5: www.pseno.hr

http://pseno.hr/trgovina/sjeme/bejo-zaden/celer-balena/

Pristupljeno: 23.09.2017

Web 6: www.povrce.com

http://www.povrce.com/index.cgi?P=win&IDSORTE=10319&IDP=026

Pristupljeno: 23.09

Web 7: www.pseno.hr

http://pseno.hr/trgovina/sjeme/bejo-zaden/celer-diamant-korjenas/

Pristupljeno: 23.09.2017

Web 8: povrce.com

http://www.povrce.com/?P=win&IDSORTE=10323&IDP=026
Pristupljeno: 01.07.2017
Web 9: Dtbrownseed.com
http://www.dtbrownseeds.co.uk/Vegetable-Seeds-1
Pristupljeno : 02.07.2017
Web 10: Floraekspres.rs
http://www.floraekspres.rs/flora/celer-ilona-f1-1446
Pristupljeno 05.07.2016
Web 11: http://www.konusglorija.rs/celer.html
Pristupljeno: 05.07.2016
Web 12. Nutricionizam.com
https://nutricionizam.com/fosfor/
Pristupljeno: 10.07.2017.
Web 13. Narodni zdravstveni list
http://www.zzjzpgz.hr/nzl/55/zivotne-potrebe.htm
Pristupljeno: 16.07.2015
Web 14: SELFNutritionData.com
http://nutritiondata.self.com/
Pristupljeno: 12.07.2017
Web 15: Whfoods.com
http://www.whfoods.com/genpage.php?tname=foodspice&dbid=14
Pristupljeno: 10.07.2017
Web 16. Nutrition and you.com
http://www.nutrition-and-you.com/celery.html
Pristupljeno: 09.07.2017
Web 17. Botanical-online.com
http://www.botanical-online.com/english/celery.htm
Pristupljeno 08.07.2017

7. Životopis autora

Anita Jurišić rođena je 28.02.1994 u Bielefeldu (Njemačka). Srednju ekonomsku školu završila je 2012. godine, te je iste godine upisala preddiplomski studij Agroekologija na Agronomskom fakultetu u Zagrebu. Preddiplomski studij je završila 2015. godine kada je obranila završni rad naslova "Mineralni sastav sjemena domaćih populacija graha". Nakon završenog preddiplomskog studija, nastavila je školovanje upisujući diplomski studij, usmjerenje - Agroekologija.