KONCENTRACIJA ESENCIJALNIH MIKROELEMENATA U ZRNU PŠENICE U EKOLOŠKOJ I KONVENCIONALNOJ PROIZVODNJI U 2012.

Kilić, Marinela

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Križevci college of agriculture / Visoko gospodarsko učilište u Križevcima**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:185:021911

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository Križevci college of agriculture - Final thesis repository Križevci college of agriculture

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

REPUBLIKA HRVATSKA

VISOKO GOSPODARSKO UČILIŠTE U KRIŽEVCIMA

Specijalistički diplomski stručni studij

Poljoprivreda

Usmjerenje: *Održiva i ekološka poljoprivreda*

Marinela Kilić, *bacc. ing. agr.*

KONCENTRACIJA ESENCIJALNIH MIKROELEMENATA U ZRNU PŠENICE U EKOLOŠKOJ I KONVENCIONALNOJ PROIZVODNJI U 2012.

Završni specijalistički diplomski stručni rad

Povjerenstvo za obranu i ocjenu završnoga rada:

1. dr. sc. Želimir Vukobratović, profesor visoke škole, predsjednik povjerenstva i član
2. dr. sc. Vesna Samobor, profesor visoke škole, mentorica i članica
3. prof. dr. sc. Marijan Jošt, vanjski suradnik, član

Križevci, 2016.

PODATCI O RADU

Završni specijalistički diplomski stručni rad izrađen je na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima pod mentorstvom dr. sc. Vesne Samobor prof.v.š..

Rad sadrži:

- 41 stranicu
- 03 slike
- 05 tablica
- 02 grafa
- 58 navoda literature.

SADRŽAJ

1. UVOD……..5
2. PREGLED LITERATURE…….7
2.1. Pšenica .....……...7
2.2. Energetska i nutritivna vrijednost pšenice.....8
2.3. Zdravstvena vrijednost pšenice.....9
2.4. Mikroelementi.....10
2.4.1. Željezo (Fe).....10
2.4.2. Mangan (Mn).....11
2.4.3. Cink (Zn).....11
2.4.4. Bakar (Cu).....12
2.5. Utjecaj esencijalnih mikroelemenata u pšenici na zdravlje čovjeka……13
2.6. Razlike između konvencionalne i ekološke poljoprivredne proizvodnje……..…...14
3.MATERIJAL I METODE.....16
3.1. Poljski pokus.....…….....16
3.2. Kemijska analiza tla ……..……...…18
3.2.1. pH reakcija……..……..…….19
3.2.2. Sadržaj humusa tlu…….19
3.2.3.Koncentracija AL- pristupačnog fosfora i kalija……..20
3.2.4. Određivanje ukupnog dušika (N) u tlu……20
3.2.5. Maksimalno dopuštene količine onečišćujućih tvari u poljoprivrednom tlu.....20
3.2.6. Određivanje koncentracije ispitivanih esencijalnih mikroelemenata u zrnu pšenice.....21
3.2.7. Tehnika mjerenja na AAS–u.....22
3.2.8. Dopuštene koncentracije ispitivanih esencijalnih mikroelemenata u biljkama.....22
3.2.8.1. Cink (Zn).....22
3.2.8.2. Bakar (Cu).....22
3.2.8.3. Mangan (Mn).....23
3.2.8.4. Željezo (Fe).....23
4. REZULTATI I RASPRAVA.....24
4.1. Rezultati kemijske analize tla s lokaliteta Vojakovac i VGUK.....24
4.2. Rezultati istraživanja koncentracija esencijalnih mikroelemenata u zrnu pšenice.....25

5. ZAKLJUČAK.....30
6. LITERATURA.....31
7.
PRILOZI.....36
7.1. POPIS KRATICA.....37
8. SAŽETAK.....38
8.1. ABSTRACT.....39
8.2. ŽIVOTOPIS.....40

1. UVOD

Biljna hraniva su tvari, koji se prema značaju za hranidbu biljaka dijele na potrebne (esencijalne), korisne, nekorisne i toksične elemente. Skupinu esencijalnih elemenata čini 17 elemenata: C, O, H, N, P, K, S, Ca, Mg, Fe, B, Mg, Zn, Cu, Mo, Cl i Ni. Korisni elementi su: Co, Na, Si, Al, Se, V, Ti, La i Ce. Toksični elementi u hranidbi biljaka su: Cr, Cd, U, Hg, Pb, As i dr. (Vukadinović i Lončarić, 1997).

Teške metale u hranidbi bilja dijelimo na esencijalne, korisne i toksične. Esencijalnim mikroelementima pripadaju: Fe, Mn, Zn, Cu, Mo i Ni, tu spadaju bor i klor koji nisu kovine. Kobalt nije neophodan, već je koristan biljkama, životinjama i ljudima. Toksični teški metali su Ni, Pb, Hg i Cd (Vukadinović i Lončarić, 1997.; He i sur., 2005.; Schulin i sur., 2010).

Lončarić i sur. (2008) ispitivanjem koncentracija teških metala u tlima kontinentalnog dijela Hrvatske, navode da je koncentracija pristupačnih i ukupnih teških metala u tlu uvelike ovisna o pH vrijednosti tla, te da je pristupačnost teških metala (Fe, Mn, Zn, Cu, Ni i Cd) veća u kiselim tlima u odnosu na karbonatna tla (EDTA i HCl ekstrakcijama).

Teški metali predstavljaju skupinu metala s gustoćom većom od 5.0 g cm^{-3}. Željezo (Fe), mangan (Mn), cink (Zn), bakar (Cu), molibden (Mo) i nikal (Ni) teški su metali koje svrstavamo u skupinu elemenata esencijalnih za biljke, čovjeka i životinje. Kobalt (Co) je teški metal koristan za biljke, a esencijalan za čovjeka i životinje, dok krom (Cr), kadmij (Cd), živa (Hg) i olovo (Pb) pripadaju skupini nekorisnih i toksičnih teških metala (Sanità di Toppi i Gabbrielli, 1999., Vukadinović i Lončarić, 1998.).

Čitav niz teških metala je u vidu elemenata u tragu neophodan - esencijalan za mnogobrojne funkcije u ljudskom organizmu, a njihov manjak dovodi do pojave ozbiljnih simptoma nedostatka. Najbolji primjeri su anemija kod manjka željeza, dijabetes kod manjka kroma, problemi u rastu kod manjka nikla. Povišena koncentracija teških metala može biti uzrok nastanka autoimunih bolesti, pri čemu se stvaraju protutijela usmjerena protiv vlastitih organa. Teški metali u vidu finih čestica prašine dospjevaju u atmosferu, odakle se talože u vodama i tlu (IP[1]).

Cjelovito zrno pšenice je bogat izvor vitamina i minerala. Sadrži vitamine B kompleksa, beta karoten, vitamin E, kalij, kalcij, magnezij, fosfor i željezo. Pšenica sadrži veću količinu proteina od svih ostalih žitarica i to je jedan od razloga zašto se proizvodi od pšenice preporučuju u svakodnevnoj prehrani. Masti se nalaze u klici a mineralni sastojci u omotaču zrna, tako da najveće zdravstvene vrijednosti ima konzumiranje cijelog zrna. U strukturi prehrane modernog čovjeka, žitarice imaju značajno mjesto i ulogu. Potrošnja žitarica u svijetu varira i kreće se od 60-80 kg po stanovniku godišnje u razvijenim zemljama Europe (Stefanović, 2012).

Cilj istraživanja je koncentracija mikroelemenata Fe, Cu, Mn i Zn u tlu i zrnu osam linija/sorata pšenice u konvencionalnoj i ekološkoj proizvodnji.

Svrha istraživanja je da se u uvjetima uzgoja utvrdi koncentracija mikroelemenata u zrnu istraživanih linija/sorte pšenice kojim se postiže dobra kvantiteta i nutritivna vrijednost zrna pšenice u ovisnosti o načinu proizvodnje.

Radne hipoteze ovog istraživanja su:

1. akumulacija esencijalnih mikroelemenata u zrnu pšenice su dijelom sortno specifična svojstva

2. koncentracija mikroelementa Zn, Fe, Cu i Mn značajno se razlikuje u zrnu pšenice u konvencionalnoj i ekološkoj proizvodnji.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Pšenica

Pšenica pripada rodu *Poales*, porodici *Poaceae* (trave), potporodici *Pooideae* (klasaste trave), rodu *Triticum*, koji je najopsežniji i po formama najbogatiji rod kod svih žitarica. Za proizvodnju se koriste meka i tvrda pšenica. Obična ili meka pšenica (*Triticum aestivum ssp vulgare*) dolazi sa svoje dvije skupine: ozime i jare forme. Tvrda pšenica, (*Triticum durum*) ima manji značaj osim za proizvodnju brašna koje se koristi za izradu tjestenine.

Meka i tvrda pšenica se razlikuju u nizu svojstava: obliku klasa, osjatosti, formi pljeva, vidljivosti klasnog vretena, popunjenosti vlati, pljevičavosti zrna, obliku i velični zrna, caklavosti, prema svojstvima klice, bradici, brazdici i drugom. Najznačajnija je obična ili meka pšenica, *Triticum vulgare*.

Pšenica se dobro prilagođava klimi i tlu i ima puno kultivara. Postoje ozime i jare forme pšenice.U svijetu ozima pšenica zauzima veće površine i u prosjeku daje veće prinose od jare. Ozima pšenica također daje veći i stabilniji prinos od jare. Ozima pšenica ima dužu vegetaciju, jače busa te je otpornija na niske temperature. Jara pšenica je otpornija na visoke temperature i sušu. Prema kvaliteti zrna, jara pšenica daje kvalitetnije zrno i brašno od ozime.

U SAD-u ozima pšenica se sije na znatno većim površinama od jare, dok se u zapadnoj i srednjoj Europi sije isključivo ozima pšenica. Ozima i jara pšenica s ratarskog stajališta smatraju se gotovo kao dvije različite kulture. U Hrvatskoj veću važnost ima ozima pšenica. U Hrvatskoj je u 2011. godini proizvedeno 782 499 tona pšenice, uz prosječnu proizvodnju od 5,2 tone po hektaru. Ostvareni prirod pšenice u 2011. godini povećan je u odnosu na 2010. godinu za 15%. Godišnja potrošnja i potrebe za pšenicom u Republici Hrvatskoj kreću se od 550 000 do 600 000 tona, a procjenjuje se da se mjesečno potroši oko 50 000 tona pšenice. (IP[2]).

Pšenično zrno je jednosjemeni plod sastavljen od omotača (12,5%), endosperma (86%) i klice (1,5-3%). U endospermu su zalihe za hranidbu klica pri klijanju, a to je i najznačajniji dio ploda koji se koristi za prehranu ljudi. Plod pšenice sastoji se uglavnom od vode, škroba, šećera, celuloze, masti, bjelančevina i minerala.

Pšenica ima i izvanredan agrotehnički značaj, jer kao usjev guste sjetve ostavlja tlo nezakorovljeno, neugaženo i odličnih fizičkih osobina, tako da predstavlja odličan predusjev za najveći broj biljaka. Tako poslije pšenice, kao i drugih strnih žita, mogu se sijati ili

rasađivati brojni postrni povrtlarski ili krmni usjevi i ostvariti po dvije žetve na istoj oranici tijekom godine (*Glamočlija*, 2011).

Pšenica ima velike potrebe u pogledu plodnosti i fizičkih osobina tla. Najuspješniji uzgoj je na černozemu, livadskoj crnici, vapnenim i plodnim aluvijalnim tlima sa pH vrijednosti od 6,8-7. Teže se uzgaja na teškim, zbijenim tlima opterećenim suviškom vode. Prinos i kvaliteta zrna pšenice koje dobijemo u proizvodnji u velikoj mjeri ovise od toga koje smo sorte sijali (*Denčić i sur.,* 2010).

Pravilan izbor sorte, prema rezultatima brojnih istraživanja, ima vrlo značajnu ulogu u ostvarivanju stabilne proizvodnje koja omogućuje visoke prinose pšenice dobre kvalitete (*Popović,* 2010, 2011a*, Glamočlija*, 2011).

2.2. Energetska i nutritivna vrijednost pšenice

Tablica 1: *Energetska i nutritivna vrijednost pšenice na 100 g.*

Nutrijent	Mjerna jedinica	Količina
Energetska vrijednost	kcal / kJ	339 / 1417
Masti	mg kg^{-1}	2470
Zasićene masne kiseline	mg kg^{-1}	450
Jednostruko nezasićene masne kiseline	mg kg^{-1}	340
Višestruko nezasićene masne kiseline	mg kg^{-1}	980
Ugljikohidrati	mg kg^{-1}	71130
Bjelančevine	mg kg^{-1}	13680
Sol	mg kg^{-1}	0,00
Vitamin A	mg kg^{-1}	0,00
Vitamin C	mg kg^{-1}	0,00
Vitamin B6	mg kg^{-1}	0,042
Vitamin B12	mg kg^{-1}	0,00
Tiamin	mg kg^{-1}	0,042
Riboflavin	mg kg^{-1}	0,012
Niacin	mg kg^{-1}	0,674
Folna kiselina	mg kg^{-1}	0,00
Pantotenska kiselina	mg kg^{-1}	0,094
Kalij	mg kg^{-1}	43,10
Kalcij	mg kg^{-1}	3,40
Fosfor	mg kg^{-1}	50,80

Magnezij	mg kg^{-1}	14,40
Željezo	mg kg^{-1}	0,352
Cink	mg kg^{-1}	0,416
Bakar	mg kg^{-1}	0,055
Mangan	mg kg^{-1}	0,301
Selen	mg kg^{-1}	0,0894

Izvor podataka: IP[3]

Energetska vrijednost 100 g zrna pšenice iznosi 339 kcal / 1417 kJ. Od toga sadrži oko 71% ugljikohidrata, 13% proteina i 2,5% masti.

Od minerala pšenica je izvrstan izvor selena (89 µg/100g - što čini 128% preporučene dnevne količine ili RDA), fosfora (508 mg/100g - što čini 64% RDA), bakra (0,5 mg/100g - što čini 61% RDA), mangana (3 mg/100g - što čini 60% RDA), magnezija (144 mg/100 g - što čini 48% RDA), željeza (3,5 mg/100g - što čini 35% RDA) i cinka (4 mg/100g - što čini 28% RDA).

Od vitamina pšenica je odličan izvor tiamina (0,4 mg/100g - što čini 35% RDA), niacina (6,7 mg/100g - što čini 35% RDA), piridoksina (0,4 mg/100g - što čini 21% RDA), a dobar je izvor pantotenske kiseline (0,9 mg/100g - što čini 19% RDA) i folne kiseline (26 µg/100g - što čini 13% RDA).

Energetska vrijednost 100 g neprerađenih mekinja iznosi 216 kcal / 904 kJ. Od toga sadrži 64,5% ugljikohidrata, 15,5% proteina i 4,3% masti.

2.3. Zdravstvena vrijednost pšenice

Pšenica je jedna od najznačajnijih žitarica uzgajana u cijelom svijetu. Površine pod pšenicom u 2010. godini iznose oko 220 milijuna hektara, a ukupni svjetski prinos oko 645 milijuna tona. Prosječan prinos po hektaru iznosi 2.9 tona (IP[4]).

Zdravstvena vrijednost pšenice ovisi od oblika koji se konzumira. Preporuka stručnjaka je cjelovita pšenica, gdje obradom nisu uklonjeni klica i omotač, čime su zadržani vitamini, minerali i fitonutrijenti. Rafinirane žitarice i hrana proizvedena od njih (bijeli kruh, kolači, tjestenina), povezani su ne samo s povišenom tjelesnom težinom nego i s povećanim rizikom razvijanja otpornosti na inzulin što može dovesti do dijabetesa tip 2 i metaboličkog sindroma koji upućuje na mogućnost oboljenja od srčano-krvožilnih bolesti (IP[5]).

Prehrana bogata dijetalnim vlaknima također smanjuje rizik od pojave raka dojke. Međunarodna studija o alergijama i astmi kod djece ističe da povećano konzumiranje cjelovitih žitarica može smanjiti rizik od dječje astme za 50%. Istraživanje American Institute for Cancer Research (AICR) pokazalo je da cjelovite žitarice sadrže mnoge vrlo učinkovite fitonutrijente, kao što su fenoli čija aktivnost zasada nije dovoljno istražena, jer su u žitaricama vezani uz membrane stanica i oslobađaju se u probavnom traktu te dalje apsorbiraju. Manji broj studija pokazuje da je antioksidativna aktivnost fenola cjelovitih žitarica vrlo slična onoj u voću i povrću (IP^5).

Multifunkcionalni antioksidansi poput tokotrienola, selena, fenolne kiseline u pšenici se nalaze u obliku koji im omogućava brzo otpuštanje te su dostupni kroz cijeli probavni kanal tijekom dužeg vremena. Antioksidansi štite organizam od štetnog djelovanja slobodnih radikala. Obrok s cjelovitim žitaricama 6 puta tjedno preporuča se ženama u menopauzi s visokim kolesterolom, krvnim tlakom ili ostalim znakovima srčano-krvožilnih bolesti. Studija objavljena u American Heart Journal pokazuje da se time usporava razvoj ateroskleroze i usporava sužavanje arterija. Spojevi poput polinezasićenih masnih kiselina, oligosaharidi, biljni steroli i stanoli i saponini iz pšenice također pomažu u reduciranju rizika od srčano-krvožilnih bolesti (IP^5).

2.4. Mikroelementi

Mikroelementi su potrebni samo u malim količinama, ali su jednako bitni u hranidbi bilja kao i makroelementi. Kada količina bilo kojeg mikroelementa nije dovoljna, može doći do ograničavanja rasta biljaka, čak i ako su prisutni svi ostali hranjivi elementi u zadovoljavajućim i dostatnim količinama.

2.4.1. Željezo (Fe)

Biljke usvajaju željezo u obliku Fe^{2+}, Fe^{3+} i u obliku kelata. Usvajanje je povezano s redukcijom pa kod nedostatka željeza u tlu biljke izlučuju iz korijena fenole i reducirajuće agense. Kompeticiju kod usvajanja željeza pokazuju bakar, kobalt, nikal, cink, krom i mangan, a kod viših vrijednosti pH smetaju Ca^{2+} i fosfati. Važno je napomenuti da nitratna hranidba smanjuje, a amonijačna povećava usvajanje željeza. Koncentracija željeza u biljkama je najčešće unutar granice 50 – 1000 ppm. Pokretljivost je u biljkama osrednja do loša jer je 80 – 90 % željeza čvrsto vezano. Željezo je potrebno za sintezu klorofila, redukciju nitrita i sulfata, asimilaciju N_2, transport elektrona. Kritična granica nedostatka željeza je 50 –

150 ppm u suhoj tvari i ovisan je o biljnoj vrsti. Manjak se očituje klorozom najmlađih dijelova biljke, zbog izostanka tvorbe klorofila. Suvišak željeza se rijetko događa osim u vrlo kiselim, slabo prozračnim tlima. Kritična toksična granica željeza je 400 – 1000 ppm, ovisno o biljnoj vrsti. U špinatu ga može biti 3000 ppm i ne djeluje toksično. U tlu željezo potječe iz primarnih i sekundarnih minerala. Njihovim raspadanjem oslobađa se željezo koje u kiselim tlima brzo gradi sekundarne minerale. Rezerve u tlu su najvećim dijelom anorganske prirode i ukupni sadržaj željeza obično je između 0.5 – 4.0 %. Sadrže ga karbonati, oksidi, silikati, sulfidi, a najznačajniji minerali su hematit i geotit. (Vukadinović i Lončarić,1998)

2.4.2. Mangan (Mn)

Prosječan sadržaj u biljkama je 50-250 ppm, a ovisi od biljne vrste i biljnog dijela. Sastavni je dio mnogih enzima, a nezamjenjiva je uloga u fotosintetičkom transportu elektrona. Vrlo značajnu ulogu ima u oksidoredukcijskim procesima. Akceptor i donor je elektrona u fotolizi vode. Značajan je za ekonomičnije iskorištavanje drugih hraniva u tlu. Toksičnost Mn javlja se kada je u tlu koncentracija veća od 1000 ppm. U tlu najvećim dijelom potječe iz MnO_2, sadrže ga različiti oksidi stupnja oksidacje od +2 do +7. Ukupan sadržaj Mn u tlima je 200-3000 ppm od čega je biljkama raspoloživo 0.1-1.0%. U neutralnoj i lužnatoj sredini pristupačnost mangana je smanjena, a raspoloživost raste povećanjem kiselosti i redukcije do Mn^{2+}. Reducirani Mn biljke lako usvajaju te se označava se kao aktivan oblik, dok su više oksidirani oblici inaktivni. Oranični sloj ga sadrži više o odnosu na podoranične slojeve, isto tako više ga je na težim i karbonatnim, a manje na lakim i pjeskovitim tlima. U vlažnijim uvjetima, porastom redukcije, pristupačnost se poboljšava (Vukadinović i Lončarić,1998).

2.4.3 Cink (Zn)

Sadržaj cinka u biljkama je nizak i ovisno od biljne vrste varira od 20 do 100 ppm. Biljke ga usvajaju kao Zn^{2+}, $ZnCl^{+}$, Zn – kelate i za razliku od Fe, Mn, Cu i Mo u biljkama je uvijek Zn^{2+}. Cink se usvaja aktivno i kod njegovog usvajanja antagonistički djeluju veće količine kalcija i naročito magnezija. Fiziološka uloga cinka je velika u biosintezi DNA i RNA, sintezi proteina i sintezi auksina. Kritična granica nedostatka cinka je 20 ppm u suhoj tvari lišća. Osjetljive biljke na nedostatk cinka su kukuruz, lan i soja, a otporne žita. Suvišak cinka se rijetko javlja i to samo na kiselim tlima, a kritična granica suviška je 200-500 ppm u suhoj tvari lišća. U tlu vodi podrijetlo iz primarnih i sekundarnih minerala. Kisele stijene

sadrže manje cinka (granit, gnajs), a alkalne znatno više (bazalt). Prosječan sadržaj cinka u tlu je oko 80 ppm. Pristupačnost cinka je veća u kiselim tlima i u tim okolnostima postoji opasnost od njegovog ispiranja. Nedostatk cinka javlja se najčešće na teškim glinovitim tlima. Cink se čvrsto sorbira na izmjenjivački kompleks tla te mu je koncentracija u vodenoj fazi izuzetno niska (Vukadinović i Lončarić,1998.).

Simptomi toksičnosti Zn u biljkama očituju se u smanjenom rastu, sitnim listovima s crvenkastomrkim pjegama, te smanjenim korijenom (Vukadinović i Lončarić, 1998., Alloway, 2008).

Osim za biljke, Zn je esencijalan i za životinje i ljude. U zrnu pšenice je najviše koncentriran u klici, dok ga najmanje ima u endospermu (Nelson, 1985.), pa zbog mljevenja može doći do značajnog smanjenja njegovog sadržaja, i do 71% (Lorenz et al., 1980).

2.4.4. Bakar (Cu)

Biljke usvajaju bakar kao Cu^{2+} ili u vidu kelata. Proces usvajanja je aktivan i smatra se da postoji specifičan prenositelj. Kod usvajanja bakru konkurenciju čine Mn, Fe i Zn, a također je zapaženo da dobra opskrbljenost biljaka dušikom i fosforom često izaziva nedostatak bakra. Korijen ga sadrži u znatnim količinama zato što je translokacija bakra osrednja u oba pravca. Biljke sadrže 2-20 ppm bakra u suhoj tvari, a slabo su opskrbljene bakrom ako je koncentracija ispod 4 ppp. Usvaja se kao Cu^{2+} i pripada skupini teških metala koji se čvrsto sorbiraju na koloide tla. Bakar u tlu vodi podrijetlo iz primarnih minerala gdje se nalazi u jednovalentnom obliku, a nakon njihovog raspadanja oksidira se do Cu^{2+}. U tlu bakar gradi stabilne kompleksne spojeve s organskim kiselinama, polurazloženim ili humificiranim organskim tvarima i kao takav je biljkama slabo pristupačan. Zbog toga se manjak bakra javlja na humoznim tlima. Sadržaj pristupačnog bakra u tlu prosječno je 5 – 50 ppm. (Vukadinović i Lončarić,1998).

2.5. Utjecaj esencijalnih mikroelemenata u pšenici na zdravlje čovjeka

Pšenica je važna namirnica u prehrani svjetskog stanovništva. Zbog toga je važno da zrno pšenice sadrži dovoljne količine mikrohraniva kao što su cink (Zn), željezo (Fe), bakar (Cu) i mangan (Mn), te što niže količine elemenata štetnih za zdravlje ljudi.U pšeničnom zrnu nalaze se i vitamini, vrlo značajni za prehranu ljudi i hranidbu stoke, i to: karoten kao izvor vitamina A, vitamini B1 i B2, E, K i vitamin PP. Najviše vitamina ima u klici.U 1 kg

pšeničnog kruha nalazi se 1300-2450 mg fosfora (to je više od dnevne potrebe čovjeka), 10 mg željeza i 140-260 mg kalcija.

Škrbić i Čupić (2004) ističu da žitarice i proizvodi od žitarica u prehrani stanovništva osiguravaju oko 41% od stvarnih potreba za željezom, ali se ono teško usvaja zahvaljujući prisutnosti fitinske kiseline koja ga veže u neprobavljivi kompleks. Mineralne tvari čine 1-2% ukupne mase zrna žitarica. Mineralni sastav zrna ovisi od sastava tla, padalina i upotrebljenih hraniva tokom rasta i razvoja biljke (Li et al., 2001).

Procjenjuje se da oko 2 milijuna ljudi ima zdravstvenih problema zbog nedovoljne prehrane mikrohranivima. Najučestalija bolest izazvana nedostatkom Fe u prehrani je anemija. Nedostatak Zn uzrokuje usporeni rast djece te povećava učestalost smrtnosti djece, od zaraznih bolesti i mnoštvo komplikacija kod trudnica (Bouis, 2003).

Ciljana koncentracija Zn i Fe u zrnu pšenice, je 40-60 mg kg^{-1} (Gao i sur., 2011).

Akumulacija mikroelemenata u zrnu pšenice kompleksno je svojstvo koje ovisi o brojnim vanjskim čimbenicima, mehanizmima unutar biljke i njihovoj interakciji. Tradicionalno oplemenjivanje bilja usmjereno je na postizanje visokih prinosa zrna pšenice, što je dovelo do snižavanja koncentracija mikroelemenata u zrnu i smanjenja varijabilnosti genotipova pšenice s obzirom na akumulaciju u zrnu. (Cakmak i sur. 2000).

Chatzav i sur. (2010) su utvrdili snižavanje varijabilnosti akumulacije mikroelemenata metala u zrnu modernih kultivara u odnosu na divlje i nekultivirane pšenice, koje bi se mogle iskoristiti kao izvor genetske varijabilnosti u oplemenjivanju na pojačanu akumulaciju, posebno Zn i Fe u zrnu.

2.6. Razlike između konvencionalne i ekološke poljoprivredne proizvodnje

Proces poljoprivredne proizvodnje na tlo može djelovati dvojako. Moguće je agrotehničkim zahvatima i gnojidbom povećati plodnost te tako dovesti do povećane proizvodnje, ali isto tako moguće je smanjiti plodnost ili trajno uništiti tlo prekomjernom eksploatacijom. Intenzivnom poljoprivredom kratkoročno se ostvaruje povećana plodnost i visoki prinosi, no dugoročno djeluje razarajuće na cjelokupan ekosustav. Ovaj oblik poljoprivredne proizvodnje temelji se na unosu prekomjernih količina energenata u tlo, bilo u obliku mineralnih gnojiva, pesticida ili herbicida (Šiljković, 2001).

Ekološka poljoprivreda drži se globalno usvojenih načela, primjenjenih unutar lokalnih područja uvažavajući socio-ekonomske, geo-klimatske i kulturne posebnosti (Tadić, 1997).

Ekološka poljoprivreda se uklapa u koncept održivog razvoja, pri čemu teži etički prihvatljivoj i socijalno pravednoj, ekološki čistoj i gospodarski isplativoj poljoprivrednoj proizvodnji (Firšt i sur., 2004).

Održivi razvoj zadovoljava potrebe današnjice, a da pritom ne ugrožava potrebe budućih generacija, ujedno ostvarujući ravnotežu između „htjeti“ i „moći“, odnosno općih zahtjeva za unaprjeđivanjem ekonomskih, socijalnih i okolišnih sastavnica, uključujući očuvanje nacionalnih prirodnih dobara (Mintoš i Svoboda, 2008).

Dakle, potrebno je stalno funkcioniranje usklađenih odnosa između proizvodnje, potrošnje i razgradnje (Benović, 2007).

Osnovna proizvodna jedinica su manja gospodarstva sa polikulturnom proizvodnjom, za razliku od intenzivne poljoprivrede koja se zasniva na maksimalnom financijskom učinku, postignutom uzgojem malog broja visokoakumulativnih biljnih vrsta (često u monokulturi), uz primjenu intenzivne tehnologije uzgoja. Smanjenje broja uzgajanih vrsta, kao i sužavanje genetske varijabilnosti na samo nekoliko najrodnijih sorata ili hibrida unutar svake od njih, drastično smanjuje prirodnu biološku i genetičku divergentnost (Jošt, Samobor, 2005).

Širom svijeta, studije o metodama ekološke poljoprivrede pokazale su da takav način proizvodnje mnogo više doprinosi bioraznolikosti i očuvanju biljnog i životinjskog svijeta od metoda konvencionalne poljoprivrede. Ekološka poljoprivreda povećava bioraznolikost na svakoj razini prehrambenog lanca, od bakterija tla do sisavaca (Fox, 2008).

Važno je naglasiti da smisao ekološke poljoprivrede nije u negiranju i odbacivanju pozitivnih dostignuća konvencionalne poljoprivrede, već u pronalaženju „ekološkijih“ rješenja tamo gdje je to potrebno i moguće (Firšt i sur., 2004), a nikako povratak poljoprivredi naših djedova.

Jedna od najvažnijih značajki eko-proizvodnje jest načelo jedinstva, nedjeljivosti biljne i stočarske proizvodnje. Pri organizaciji takvog gospodarstva nastoji se da sve ima svoj smisao i da se na skladan način prožimlje i nadopunjuje. Time gospodarstvo postaje harmonična, zatvorena cjelina, entitet u kojem se svi dijelovi dovode u sklad i ravnotežu (Znaor, 1996).

Ne čini samo izbjegavanje agrokemikalija sustav ekološkim. Umjesto toga, središnja točka toga koncepta je zahtjev za uravnoteženim poljoprivredno-ekološkim sustavima koji su zamišljeni i djeluju tako da njihovi podsustavi (tlo, kulture, životinje, kućanstvo) djeluju u suglasnosti s određenim osobitostima i zahtjevima svakog od tih podsustava (Bošnjaković, Znaor, 1998).

U konačnici, kao osnovni ciljevi ekološke poljoprivrede ističu se proizvodnja visokokvalitetne hrane uz očuvanje prirodnog ekosistema, smanjivanje, odnosno zaustavljanje procesa erozije tla i očuvanje plodnosti, smanjivanje svih oblika onečišćenja koji nastaju u procesu proizvodnje, korištenje materijala i tvari koji se mogu reciklirati na samom posjedu, održanje genetske raznolikosti, kao i djelovanje na društveni i ekološki učinak poljoprivrednika (Šiljković, 2001).

Niz istraživanja koja su provedena krajem 20. stoljeća diljem svijeta, a koja su se bavila utjecajem poljoprivrede na tlo, ukazala su na prednosti ekološkog uzgoja u odnosu na konvencionalni uzgoj. Kisić i suradnici su radili istraživanje gdje su htjeli utvrditi utjecaj načina gospodarenja tlom na kemijske parametre tla uzorkovanih s parcela pod ekološkim i konvencionalnim poljoprivrednim uzgojem. Uzorkovano je ukupno 30 uzoraka tla, od kojih 20 s površina ekološkog poljoprivrednog gospodarstva Sever (Hrvatska) i 10 uzoraka s konvencionalnih poljoprivrednih gospodarstava Lisičak i Tomaj (Hrvatska). Istraživani kemijski parametri bili su: pH vrijednost (reakcija tla), količina humusa, ukupna količina ugljika, dušika i sumpora, količina fiziološki aktivnog fosfora i kalija, te C/N i N/S odnos. Rezultati ispitivanih pH vrijednosti, količine humusa, fiziološki aktivnog fosfora i kalija te C/N odnos u tlu nisu pokazali značajnu razliku između ispitivanih parcela. Uzorkovane parcele nalaze se na tipovima tala koja su prirodno kisela i slabo humozna, a niti konvencionalni niti ekološki poljoprivredni uzgoj nije uspio poboljšati ove parametre. Unatoč tome, treba istaknuti da su parcele pod ekološkim uzgojem u prosjeku imale bolji C/N odnos za 0,7 u odnosu na konvencionalni uzgoj. Parcele pod konvencionalnim uzgojem imale su značajno veću količinu ukupnog ugljika, sumpora i dušika te N/S odnos u odnosu na parcele pod ekološkim uzgojem.

3. MATERIJAL I METODE

3.1. Mikro pokusi pšenice

Istraživanje utjecaja sortno specifičnog svojstva pšenice, te utjecaja konvencionalne i ekološke proizvodnje na dinamiku akumulacije esencijalnih mikroelemenata u zrnu pšenice, izvedeno je na dvije lokacije:

1. Mikropokus ekološke proizvodnje pšenice bio je na lokaciji Vojakovac u Koprivničko-križevačkoj županiji u poduzeću Jost-sjeme-istraživanja j.d.o.o (Slika 1).
2. Mikropokus konvencionalne proizvodnje pšenice bio je na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima u koprivničko-križevačkoj županiji (Slika 2 i 3).

Slika 1: *Mikropokus ekološke proizvodnje u Vojakovcu*

Izvor: *Dragutin Samobor, 2012.*

Slika 2: *Konvencionalna proizvodnja na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima*

Izvor: *Dragutin Samobor., 2012.*

Slika 3: *Pokusno polje konvencionalne proizvodnje na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima*

Izvor*: Vlastita slika, 2012.*

Pokusi su postavljeni sa četiri sorte i četiri linije pšenice u pet ponavljanja po slučajnom bloknom rasporedu. Od sorata sijane su: Divana, Koleda, Vesna i Renan, a od linija J801-2, J802-12, J802-24 i J803-37. Istraživanje je provedeno 2012. godine. U proizvodnji pšenice je

primijenjena standardna agrotehnika. Predkulture na oglednom polju, gdje je pšenica ekološki uzgajana, bile su: 2009., gorka lupina za zrno, 2010., heljda, 2011., repica za krmu.

Kod konvencionalnog uzgoja pšenice predkultura u sve tri godine (2009. 2010 i 2011.) je bio kukuruz za zrno. Osnovnom obradom, poslije berbe kukuruza zaorani su žetveni ostaci. Predsjetvena priprema sa sjetvospremačima na dubinu 6-8 cm. Strojna sjetva izvedena je, ovisno od vremenskih uvjeta, u različitim datumima tokom listopada.

Kod ekološke proizvodnje napravljena je meliorativna gnojidba 2009. i 2010. godine na parceli veličine 0,2 ha. Dodano je vapnenca oko 2500 kg/ha, sirovih fosfata oko 1500 kg/ha, kamenog brašna (Ekorast) oko 2000 kg/ha, pepeo drveta od loženja oko 60? m^3 drva, prezreli stajski gnoj oko 5 prikolica/ha. Za osnovna gnojidbu korišteno je gnojivo Bioilsa 7:7:7 količine 400 kg/ha. Predsjetvena gnojidba je bila s Fertogranicom 11N + FertilSupernove 12N količine 300+200 kg/ha. Prihrana je izvedena s AlgoVital Plus 2 x 3 l/ha tijekom veljače. Mjere zaštite usjeva tokom vegetacijskog razdoblja nisu primjenjivane.

Kod konvencionalnog uzgoja meliorativna gnojidba je bila 2009. godine. Stavljeno je vapnenca oko 2500 kg/ha. Intenzivna gnojidba je bila izvedena mineralnim gnojivima NPK i KAN-om. Prihrana je izvedena 22. 03. 2012. s KAN-om 160 kg/ha. Mjere zaštite usjeva u konvencionalnom uzgoju bile su primjenjivane i to s herbicidom Filon 4 l/ha, Logran 37 g/ha u fazi 3-4 lista. Druga zaštita je primjenjena u fazi vlatanja (28. 04.) s fungicidom Archemax 1 I/ha.

3.2. Kemijska analiza tla

Analiza tla na obje lokacije je bila pred sjetvu, i u fazi busanja do dubine 30 cm u periodu 2011/12 godine. Analiza je napravljena na Agronomskom fakultetu u Zagrebu u Zavodu za ishranu bilja. Uzorci su uzimani sondom do 30 cm dubine. Sadržaj tla se istrese u kantu. Vlažni uzorci tla su rastreseni u plastične tace i uvedeni u knjigu za uzorke tla te im je dodijeljen laboratorijski broj. Uzorci su usitnjeni prstima do agregata veličine 1 – 3 cm i stavljeni na zrak da se osuše. Nakon sušenja uzorci su samljeveni na mlinu za tlo koji radi na principu smicanja dviju ploča, te su prosijani i stavljeni u kutije sa pripadajućim laboratorijskim brojem.

Analizirana osnovna agrokemijska svojstva tla obuhvatila su pH reakciju tla (aktualnu i supstitucijsku kiselost), sadržaj humusa u tlu, količine lakopristupačnog fosfora i kalija, te ukupni N u tlu. Na temelju navedenih agrokemijskih svojstava tla utvrđuje se plodnosti tla,

mogućnost korištenja tla za uzgoj različitih usjeva, te primjenu različitih tehnologija uzgoja (konvencionalna, integrirana ili ekološka poljoprivreda). Informacije o osnovnim agrokemijskim svojstvima tla izuzetno su značajne pri izradi gnojidbenih preporuka.

3.2.1. pH reakcija

Reakcija tla, odnosno pH vrijednost definirana kao negativan dekadski logaritam koncentracije vodikovih iona (H^+), indikator je kiselosti ili bazičnosti tla i jedan od najznačajnijih pokazatelja kemijskih svojstava tla važnih za ishranu bilja. Na pH vrijednost tla utječu njegove mineralne i organske komponente. pH vrijednost uzoraka tla određena je elektrometrijskim mjerenjem pomoću pH-metra (ISO, 1994b).

McBride (1994.) navodi kako je pH vrijednost tla jedno od najvažnijih kemijskih svojstava tla. Poznavanje pH tla pomaže nam razumjeti različite kemijske procese u tlu kao što su: pokretljivost iona, oksidacijsko – redukcijski uvjeti u tlu i na raspoloživost pojedinih elemenata biljnim vrstama.

3.2.2. Sadržaj humusa u tlu

Humusom se ne bavi samo tloznanstvo, nego čitava poljoprivredna znanost, a definira ga kao organsku tvar nastalu procesom mineralizacije i sinteze (humifikacije) izvorne organske tvari tla u kojoj više nije moguće raspoznati prvotni oblik. Uloga humusa u tlu je popravljanje fizikalnih svojstava tla, naročito kapaciteta za vodu i zrak, a preko njih djelovanje na sve kemijske i biološke procese u tlu.

Nastaje procesom humifikacije, koji je ujedno najznačajniji proces u tlu, uvelike utječe na teksturu tla, te doprinosi retenciji vode i hraniva. Količina i kakvoća organske tvari u tlu utječu na rast biljaka, ali i na čitav proces nastanka tla koji je usko povezan uz njenu prisutnost. Sadržaj humusa u tlu određen je bikromatnom metodom, odnosno mokrim spaljivanjem organske tvari tla kalijevim bikromatom, a koncentracija humusa u uzorcima nakon spaljivanja organske tvari određena je spektrofotometrijski (ISO, 1998).

Humus je krajnji produkt koji nastaje tijekom procesa humifikacije. Krajnji produkti dekompozicije (razgradnje) su voda i CO_2), vrlo je stabilni kompleks velikih molekulskih supstanci, primarno humusne i fluvo kiseline. Humus ima značajni utjecaj na fizička (struktura tla) i fizikalno kemijska (kationsko - izmjenjivači kapacitet) svojstva tla (Tan, 1998).

3.2.3. Koncentracija AL- pristupačnog fosfora i kalija

Lakopristupačni fosfor i kalij u tlu određeni su AL metodom (Egnér, et. al., 1960), koja se temelji na ekstrakciji biljkama pristupačnog fosfora i kalija pufernom otopinom amonij – laktata čiji pH iznosi 3,75. AL otopina sastoji se od mliječne kiseline, 96%-tne octene kiseline i amonij – acetata. Nakon ekstrakcije fosfor u filtratu određen je "plavom fosfo-molibdenskom" metodom, a njegova je koncentracija izmjerena spektrofotometrijski. Fosfor određen po ovoj metodi najznačajniji je za hranidbu bilja, jer se odnosi na frakciju topivu u vodi i slabim kiselinama. Koncentracije biljkama pristupačnog kalija (vodotopivi oblik i izmjenjivi kalij na vanjskim površinama minerala gline) očitane su direktno iz ekstrakta tla atomskim apsorpcijskim spektrofotometrom (AAS). Dobiveni rezultati izražavaju se u mg P_2O_5 i K_2O na 100 g^{-1} tla i ukazuju na količinu hraniva u tlu koja je biljci pristupačna.

3.2.4. Određivanje ukupnog dušika (N) u tlu

Dušik je najzastupljeniji hranjivi element za biljnu proizvodnju i najjače utječe na kvalitet i količinu prinosa. Sastavni je dio biljnih struktura, te je bitna komponenta klorofila, enzima, proteina itd. Dušik zauzima jedinstven položaj kao biljno hranivo, jer su prilično velike količine potrebne u usporedbi s drugim hranjivim elementima. Potiče rast korijena i razvoj usjeva, ali i utječe na unos ostalih hranjivih tvari. Fiksaciju N iz atmosfere obavljaju mikroorganizmi slobodni ili simbiotski, a samo leguminoze mogu ostvariti simbiotski odnos sa njima. (Hofman i Van Clemmput, 2004).

Prema Tan-u (2005) dušik u tlu razlikujemo u dva primarna oblika: organski N i anorganski N. Međutim za potrebe analize, prikladno je razlikovati i treći oblik dušika u tlu: ukupni N.

Ukupni N se definira kako Tan (2005) navodi kao zbroj organskog i anorganskog dušika u tlu.

Anorganski dušik u tlu je pretežito u obliku nitratnog (NO_3^-) i amonijačnog iona (NH_4^+). (Keeney i Nelson, 1982).

3.2.5. Maksimalno dopuštene količine onečišćujućih tvari u poljoprivrednom tlu

Pravilnik o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja određuje tvari koje se smatraju onečišćivačima poljoprivrednog tla, njihove dozvoljene granične vrijednosti u tlu, mjere za sprječavanje onečišćenja tla i kontrolu onečišćenja tla, s ciljem da se poljoprivredno tlo zaštiti od degradacije i održi u stanju koje ga čini povoljnim staništem za proizvodnju

zdravstveno ispravne hrane, radi zaštite zdravlja ljudi, životinjskog i biljnog svijeta, nesmetanog korištenja i zaštite prirode i okoliša.

Onečišćujuće tvari su esencijalni i potencijalno toksični metali (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb i Zn), organske onečišćujuće tvari (pesticidi, industrijske kemikalije, nusproizvodi izgaranja i industrijskih procesa), radionuklidi i patogeni organizmi. Onečišćujućim tvarima smatraju se i tvari koje se uobičajeno unose u poljoprivredno tlo, ali neadekvatno primjenjene (količine, vrijeme primjene, uvjeti u tlu i drugo) mogu prouzročiti štete po okoliš i/ili zdravlje ljudi.

Tablica 2: *Maksimalno dopuštene količine (MDK) teških metala i potencijalno onečišćujućih elemenata, izraženo u mg kg^{-1}:*

mg kg^{-1}	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Pjeskovito tlo	0,0-0,5	0-40	0-60	0,0-0,5	0-30	0-50	0-60
Praškasto – ilovasto tlo	0,5-1,0	40-80	60-90	0,5-1,0	30-50	50-100	60-150
Glinasto tlo	1,0-2,0	80-120	90-120	1,0-1,5	50-75	100-150	150-200

Izvor: *IP*[6]

Stupanj onečišćenja tla teškim metalima i potencijalno onečišćujućim elemenatima izračunava se prema sljedećoj jednadžbi:

So (%) = ukupni sadržaj teških metala u tlu / maksimalno dopuštena vrijednost x 100

Za interpretaciju onečišćenja koristite se sljedeći kriteriji:

– čisto, neopterećeno tlo, do 25 %

– tlo povećane onečišćenosti, 25 -50 %

– tlo velike onečišćenosti, 50 – 100%

– onečišćeno tlo, 100 – 200 %

– zagađeno tlo, > 200% od graničnih vrijednosti.

3.2.6. Određivanje koncentracije ispitivanih esencijalnih mikroelemenata u zrnu pšenice

Nakon žetve pokusa uzeti su prosječni uzorci svake sorte/linije pšenice, te analizirani esencijalni mikroelementi Fe, Zn, Cu i Mn na Agronomskom fakultetu u Zagrebu u Zavodu za ishranu bilja. Uzorci sjemena pšenice sa pokusa iz Vojakovca i VGUK-a kako su pristizali u laboratorij sušeni su u sušioniku na 105 ^{o}C oko 1 sat da se prekine enzimatska aktivnost, a nakon toga su se nastavili sušiti na temperaturi 60 ^{o}C dok se nisu u potpunosti osušili. Kada su bili potpuno suhi, uvedeni su knjigu za biljni materijal, te im je dodijeljen laboratorijski broj. Uzorci su mljeveni na mlinu (IKA Werke, MF 10 basic). Koncentracije esencijalnih

mikroelemenata mjereni su na atomsko apsorpcionom spektofotometru (AAS – u) (Analyst 200, PerkinElmer).

3.2.7. Tehnika mjerenja na AAS –u

„Tvar apsorbira svjetlost na istim valnim dužinama na kojima je emitira”- princip je na kojem funkcionira metoda AAS. AAS koristi pojavu apsorpcije svjetlosti u svrhu mjerenja koncentracije atoma koji se nalaze u plinovitoj fazi. Kako su uzorci najčešće u tekućem ili čvrstom stanju, uzorci prvenstveno moraju biti prevedeni u plinovito stanje. AAS je spektroskopska tehnika koja omogućuje kvalitativna i kvantitativna određivanja kemijskih elemenata zahvaljujući apsorpciji radijacije (elektromagnetskog zračenja) od strane slobodnih atoma u plinovitom stanju. U analitičkoj kemiji ova tehnika se koristi za određivanje koncentracije analiziranog uzorka.

3.2.8. Dopuštene koncentracije ispitivanih esencijalnih mikroelemenata u biljkama

Toksični metali potječu iz kontaminiranog zraka i tla. U tlu se ovi metali mogu naći ukoliko ulaze u sastav matične stijene, kao i neracionalnim korištenjem sredstava za zaštitu bilja. Također, neadekvatnom uporabom organskih i mineralnih hraniva i to uglavnom fosfornih gnojiva, kao i taloženjem iz atmosfere, može doći do kontaminacije zemljišta (Abrahams, 2002).

3.2.8.1. Cink (Zn)

Gornja granica koncentracije cinka koju biljka može tolerirati iznosi između 200-500 ppm preračunato na suhu tvar lišća. (Vukadinović i Lončarić, 1998).

Cink spada u grupu elemenata čija je pokretljivost kroz biljku osrednja i u uzlaznom i u silaznom toku. U slučaju kada je njegova koncentracija u tlu mala, izuzetno je slab intenzitet prenošenja iz starijih u mlađe dijelove biljke. U slučajevima kada je njegova koncentracija u tlu visoka, uglavnom se taloži u korijenu biljaka. U koliko njegova koncentracija u suhoj tvari biljke padne na 10-20 ppm dolazi do latentnog (prikrivenog) nedostatka, a ako padne ispod 10 ppm javlja se akutni nedostatak sa simptomima deficijencije i ugibanjem biljke (Živanović, 2010).

3.2.8.2. Bakar (Cu)

Koncentracija ovog elementa u biljnom tkivu kreće se u prosjeku od 5 do 30 mg/kg suhe tvari. Ukoliko je udio bakra manji od 4% suhe tvari biljke, onda se smatra da tim

biljkama nedostaje bakar, dok je u slučajevima kada njegova koncentracija iznosi od 20 do 100 mg/kg, smatra se da te biljke imaju suviše veliku koncentraciju ovog elementa. Toksični efekt ovog elementa se javlja kada je njegov ukupan sadržaj u tlu od 25 do 40 mg/kg i ukoliko je udružen sa kiselim tlom čija se pH vrijednost kreće oko 5,5. Uglavnom se visoke koncentracije bakra javljaju u kiselim tlima. Bakru, kao ekološkom činiocu, treba posvetiti posebnu pažnju, s obzirom da je u visokim koncentracijama jako toksičan (Petrović-Gegić, 2007).

3.2.8.3. Mangan (Mn)

Mangan je teški metal i esencijalni mikroelement, potreban svim biljnim vrstama, u količinama koje ovise i specifične su za svaku biljnu vrstu. Njegova koncentracija u suhoj tvari može biti na nivou koncentracije željeza, što je više od ostalih biogenih mikroelemenata (Zn, Cu, Mo, B, Ni i Cl). Smatra se da akutan nedostatak Mn nastupa kada je u suhoj tvari biljke < 10 ppm mangana. Biljke usvajaju „aktivni mangan“, koji predstavljaju oblici Mn^{2+}, kao i helatni oblici (Mn vezan uz organske ligande). Mangan djeluje stimulativno na usvajanje kisika, fosfora i kalija, te transport i akumulaciju šećera u biljkama. Biljkama je na raspolaganju svega 0,1 - 1,0 % od ukupnog mangana iz tla, odnosno 200 - 3.000 ppm (Mickovski, Stefanović, 2012).

3.2.8.4. Željezo (Fe)

U biljkama se koncentracija željeza kreće u opsegu između 50 – 1000 ppm. Usvajanje željeza kao i njegova pokretljivost u biljkama je osrednja do loša, zbog činjenice da je čak 80 – 90 % željeza čvrsto vezano. Fiziološka uloga željeza se ogleda u sintezi klorofila, procesu redukcije nitrata, nitrita i sulfata, asimilacije dušika, transporta elektrona. Donja granica niske koncentracije željeza iznosi 50 – 150 ppm u suhoj tvari biljaka. Višak željeza se javlja samo u izrazito kiselim staništima. Slično kao i cink, željezo potječe iz primarnih i sekundarnih minerala. Rezerve željeza u tlu su najvećim dijelom neorganske prirode, tako da je ukupni sadržaj željeza obično između 0,5 – 4,0 %. Ulazi u sastav karbonata, oksida, silikata, sulfida, a najznačajniji minerali željeza su hematit i geotit (Vukadinović i Lončarić, 1998).

4. REZULTAT I RASPRAVA

4.1. Rezultati kemijske analize tla s lokaliteta Vojakovac i VGUK

Tablica 3: *Kemijska analiza tla pod pšenicom 2011/12 u fazi busanja do dubine 30 cm*

R.br.	Kemijska analiza	Jed.mjere	2011/12.	
			Vojakovac (eko.)	VGUK (konv.)
1	pH u H_2O	-	6.28	6.35
2	pH u 1M KCl	-	6.25 slabo kiselo	4,74 izrazito kiselo
3	Humus	%	1.85 slabo humozno	1.58 slabo humozno
4	N – ukupni	%	0.10 srednje opskrbljeno	0.14 dobro opskrbljeno
5	Al - P_2O_5	mg/100 g	12.00 umjereno	13.40 umjereno
6	Al - K_2O	mg/100 g	10.76 umjereno	16.30 dobro
7	Fe	-	-	-
8	Mn	-	-	-
9	Zn	mg/kg	62.52	75.22
10	Ni	mg/kg	20.14	22.33
11	Cr	mg/kg	4.51	4.51
12	Cd	mg/kg	0.806	0.807
13	Pb	mg/kg	14.79	15.94
14	Hg	mg/kg	0.0288	0.0342
15	Cu	mg/kg	25.40	28.06

Rezultati analize uzoraka tla s lokaliteta Vojakovac, na kojemu je proveden pokus u svrhu ovog istraživanja, ukazuju da se radi o slabo humoznom tlu, koje je umjereno opskrbljeno fosforom i kalijem. pH vrijednost ukazuje da je tlo slabo kisele reakcije koju pšenica preferira i adekvatna je za njezin normalan rast i razvoj. Opskrbljenost dušikom je slaba. Koncentracije teških metala niže su od maksimalno dopuštenih količina (MDK) teških metala u poljoprivrednim tlima, što znači da je zemljište čisto i neopterećeno te prema tome pogodno za poljoprivrednu proizvodnju, odnosno pogodno za uzgoj pšenice.

Rezultati analize uzoraka tla s lokaliteta VGUK, na kojemu je proveden pokus u svrhu ovog istraživanja, ukazuju da se radi o slabo humoznom tlu, koje je umjereno opskrbljeno fosforom, te dobro opskrbljeno kalijem. Iako je pH vrijednost tla izrazito kisela te je nešto niža od vrijednosti koju pšenica preferira, adekvatna je za njezin normalan rast i razvoj.

Opskrbljenost dušikom je dobra. Koncentracije teških metala niže su od maksimalno dopuštenih količina (MDK) teških metala u poljoprivrednim tlima, što znači da je zemljište čisto i neopterećeno te prema tome pogodno za poljoprivrednu proizvodnju, odnosno pogodno za uzgoj pšenice.

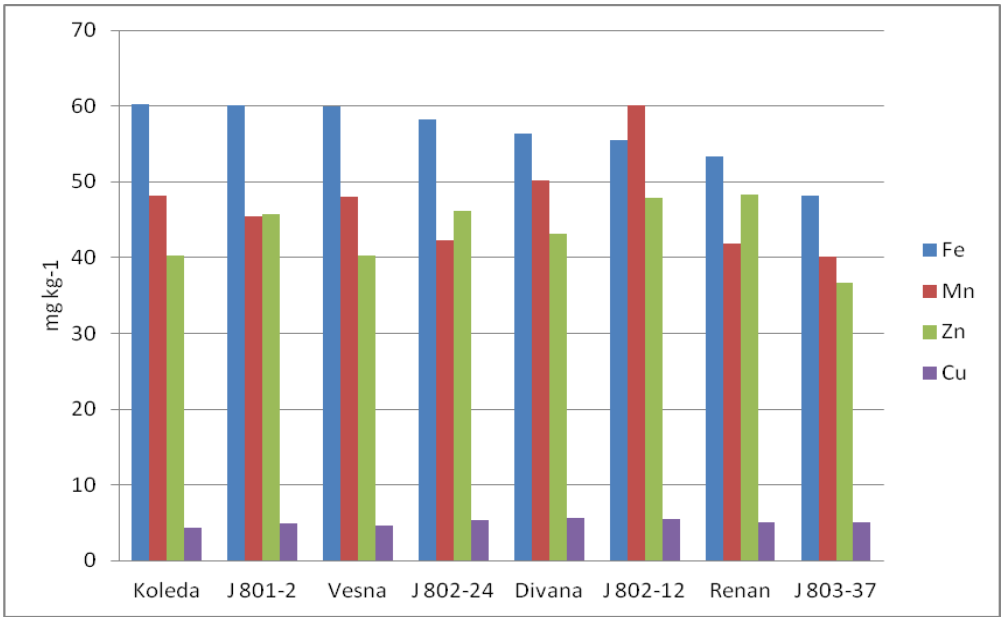
4.2. Rezultati istraživanja koncentracija esencijalnih mikroelemenata u zrnu pšenice

Ukupne koncentracije teških metala u zrnu pšenice u ekološkoj i konvencionalnoj proizvodnji prikazane su u Tablici 4. U najvećoj koncentraciji u konvencionalnoj proizvodnji nalazi se željezo, zatim slijede mangan, cink te bakar, a u ekološkom uzgoju najzastupljeniji je mangan, bakar, cink te željezo.

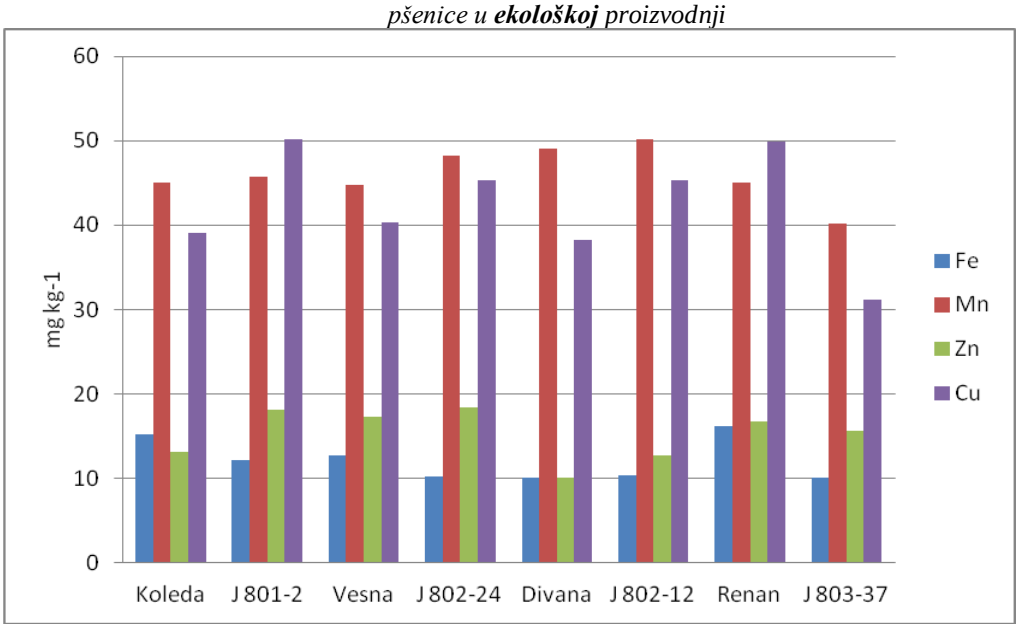
Tablica 4: *Mikroelementi metala u zrnu konvencionalno i ekološki uzgojene pšenice – žetva 2012. (vrijednosti u mg kg^{-1})*

Sorta / linija	Fe			Mn			Zn			Cu		
	Konv.	Eko.	Ø	Konv.	Eko.	Ø	Konv.	Eko.	Ø	Konv.	Eko.	Ø
Divana	56,32	10,13	33,23	50,20	49,11	49,66	43,11	10,13	26,62	5,6	38,2	21,9
Koleda	60,22	15,21	37,72	48,20	45,02	46,61	40,30	13,16	26,73	4,3	39,1	21,7
Vesna	60,02	12,72	36,37	47,98	44,75	46,37	40,33	17,28	28,81	4,7	40,3	22,5
Renan	53,32	16,13	34,73	41,90	45,10	43,50	48,32	16,72	32,52	5,1	49,9	27,5
J801-2	60,12	12,16	36,14	45,42	45,68	45,55	45,71	18,13	31,92	5,0	50,2	27,6
J802-12	55,48	10,29	32,89	60,10	50,13	55,12	47,82	12,66	30,24	5,5	45,3	25,4
J802-24	58,17	10,22	34,20	42,23	48,22	45,23	46,13	18,33	32,23	5,4	45,3	25,4
J803-37	48,13	10,10	29,12	40,12	40,15	40,14	36,70	15,60	26,15	5,1	31,2	18,2
Ø	56,47	12,12	34,30	47,02	46,02	46,52	43,55	15,25	29,40	5,08	42,44	23,8

Graf 1: *Koncentracije ispitivanih esencijalnih mikrelemenata u zrnu pšenice u odnosu na pojedine sorte/linije u* ***konvencionalnoj*** *proizvodnji*



Graf 2: *Koncentracije ispitivanih esencijalnih mikrelemenata u zrnu pšenice u odnosu na pojedine sorte/linije pšenice u* ***ekološkoj*** *proizvodnji*



Najviša koncentracija željeza u zrnu pšenice kod konvencionalne proizvodnje utvrđena je kod sorte Koleda, a najniža kod sorte J803-37. Koncentracija željeza u zrnu u prosjeku se kretala od 48,13 do 60,22 mg kg^{-1} (Graf 1) ovisno o sorti, no neke značajne razlike u koncentracijama između sorti nema.

Najviša koncentracija željeza u zrnu pšenice kod ekološkog uzgoja utvrđena je kod sorte Renan, a najniža kod sorte J803-37. Koncentracija željeza u zrnu u prosjeku se kretala

od 10,10 do 16,13 mg kg^{-1} (Graf 2) ovisno o sorti, no neke značajne razlike u koncentracijama između sorti nema.

Između konvencionalne i ekološke proizvodnje zabilježena je statistički značajna razlika u koncentraciji željeza, budući da su tretmani prihrane u konvencionalnoj proizvodnji značajno utjecali na povećanje koncentracije željeza u zrnu pšenice (Tablica 4).

Najviša koncentracija mangana u zrnu pšenice kod konvencionalne proizvodnje utvrđena je kod sorte J802-12, a najniža kod sorte J803-37. Koncentracija mangana u zrnu u prosjeku se kretala od 40,12 do 60,10 mg kg^{-1} (Graf 1) ovisno o sorti, no neke prevelike razlike u koncentracijama između sorti nema.

Najviša koncentracija mangana u zrnu pšenice kod ekološkog uzgoja utvrđena je kod sorte J802-12, a najniža kod sorte J803-37. Koncentracija mangana u zrnu u prosjeku se kretala od 40,15 do 50,13 mg kg^{-1} (Graf 2) ovisno o sorti, no neke prevelike razlike u koncentracijama između sorti nema.

Između konvencionalne i ekološke proizvodnje nije zabilježena je statistički značajna razlika u koncentraciji mangana (Tablica 4).

Najviša koncentracija cinka u zrnu pšenice kod konvencionalne proizvodnje utvrđena je kod sorte Renan, a najniža kod sorte J803-37. Koncentracija cinka u zrnu u prosjeku se kretala od 36,70 do 48,32 mg kg^{-1} (Graf 1) ovisno o sorti, no neke prevelike razlike u koncentracijama između sorti nema.

Najviša koncentracija cinka u zrnu pšenice kod ekološkog uzgoja utvrđena je kod sorte J802-24, a najniža kod sorte Divana. Koncentracija cinka u zrnu u prosjeku se kretala od 10,13 do 18,33 mg kg^{-1} (Graf 2) ovisno o sorti, no neke prevelike razlike u koncentracijama između sorti nema.

Ispitivanje pokazuju veći sadržaj Zn u konvencionalnoj proizvodnji u odnosu na ekološku, što ukazuje na povećano usvajanje ovog metala pod utjecajem mineralnih i organskih hraniva i izražen je utjecaj urbane zone, s obzirom da je VGUK na udaljenosti 500 m od industrijske zone. Na osnovu navedenog može se zaključiti da lokalitet i utjecaj emisije imaju veliku ulogu u usvajanju cinka.

Romić i Romić (2003) istraživali su utjecaj urbanizacije i industrijalizacije na akumulaciju teških metala u poljoprivrednim tlima u okolici Zagreba. Koncentracije Zn varirale su od 15.2 do 277 mg kg-1, s time da su najveće vrijednosti pokazali uzorci uzeti s područja u blizini zračne luke i glavnog industrijskog područja.

Između konvencinalne i ekološke proizvodnje zabilježena je statistički značajna razlika u koncentraciji cinka, budući da su tretmani prihrane u konvencionalnoj proizvodnji značajno utjecali na povećanje koncentracije cinka u zrnu pšenice (Tablica 4).

Upotrebom gnojiva i pesticida u poljoprivrednoj proizvodnji povećava se koncentracija cinka u tlu. Prema Anderssonu (1981) u mineralnim fosfornim gnojivima koncentracija cinka je između 50 i 1450 mg/kg, vapnenim gnojivima od 10-450 mg/kg, dok je u organskim od 15-250 mg/kg. Neki pesticidi sadrže čak do 25% cinka, te se njihovom primjenom povećava koncentracija cinka u tlu.

Najviša koncentracija bakra u zrnu pšenice kod konvencionalne proizvodnje utvrđena je kod sorte Divana, a najniža kod sorte Koleda. Koncentracija bakra u zrnu u prosjeku se kretala od 4,3 do 5,6 mg kg^{-1} (Graf 1) ovisno o sorti, no neke prevelike razlike u koncentracijama između sorti nema.

Najviša koncentracija bakra u zrnu pšenice kod ekološkog uzgoja utvrđena je kod sorte J801-2, a najniža kod sorte J803-37. Koncentracija bakra u zrnu u prosjeku se kretala od 31,20 do 50,20 mg kg^{-1} (Graf 2) ovisno o sorti, no neke prevelike razlike u koncentracijama između sorti nema.

Uočeno je da kod primjene stajskog gnoja, naročito u svježem stanju, dolazi do nedostatka bakra, zbog čega biljke gnojene stajskim gnojivom reagiraju na nedostatak bakra. Isto tako, stalno dodavanje fosfora i kalija u tlo s malim sadržajem bakra može doprinjeti njegovom nedostatku. Njegov nedostatak prouzrokuje i velika količina mangana u tlu (Ubavić i sur., 1993).

Koncentracija bakra između konvencionalne i ekološke proizvodnje bilježi statistički značajnu razliku. Postoji mogućnost utjecaja tretmana prihrane u ekološkoj proizvodnji koji su mogli povećati koncentraciju bakra u zrnu pšenice (Tablica 4).

Teški metali se u korjenu pšenice mnogo intenzivnije nakupljaju nego u nadzemnim organima. Weber i Hrynezuk (2000) su proučavali usvajanje teških metala (kadmija, olova i cinka) u pšenici u laboratorijskim uvjetima folijarnim izlaganjem ili dodavanjem rastvora ovih metala u tlo. Pokazali su da je unos teških metala preko lišća oko 10 puta veći nego preko korjena iz kontaminiranog tla, pri čemu je preko lista efikasniji unos cinka. Pokazano je da se metali najviše akumuliraju u lišću i korijenu biljke, zatim u stabljici, a najmanje u zrnu (Weber, Hrynezuk, 2000).

U istraživanju Jia et al. (2010.) utvrđena je kontaminacija teškim metalima na kultiviranim tlima u Kini zbog dugotrajnih poljoprivrednih aktivnosti. Povećane količine Zn utvrđene su u zrnu pšenice uzgajane na tlu koje je navodnjavano vodom iz lokalne rijeke. Količina teških metala u tlu nije se razlikovala između tala gnojenih organskim i mineralnim gnojivima.

5. ZAKLJUČAK

1. Istraživanje je provedeno u svrhu ispitivanja utjecaja konvencionalne i ekološke proizvodnje na promjenu kemijskih osobina tla, te koncentracije Fe, Mn, Zn i Cu u zrnu pšenice. Također se istražuje utjecaj sorte na akumulaciju Fe, Mn, Zn i Cu.

2. Standardni parametri plodnosti tla su utvrđivani laboratorijskim analizama su: određivanje pH vrijednosti tla, ukupni dušik, fosfor i kalij, humus, esencijalni mikroelementi. Promatrajući dobivene rezultate možemo konstatirati da za većinu ispitivanih kemijskih parametara nije utvrđena velika razlika između parcela pod ekološkim i konvencionalnim uzgojem.

3. Na temelju analiza zrna pšenice među sortama i linijama iz konvencionalne i ekološke proizvodnje, utvrđene su uočljive razlike u koncentracijama Fe, Zn i Cu. Utvrđene razlike u koncentracijama mangana iz ekološke i konvencionalne proizvodnje pšenice su bile vrlo male.

4. Da bi dobili precizniju sliku utjecaja načina uzgoja i sorte na ispitivane parametre, trebalo bi ponoviti isti pokus u plodoredu (nakon 4-7 godina). Komparativna obrada rezultata dvaju pokusa provedenih na istom tlu, ali u različitim klimatskim uvjetima dala bi pouzdaniji odgovor na postavljena pitanja.

5. Toksični elementi u tlo dospijevaju iz industrijskih postrojenja, zatim od prijevoznih sredstava, ali i prekomjernom primjenom mineralnih hraniva i sredstava za zaštitu biljaka. Da bi se poduzele mjere smanjenja koncentracije teških metala u tlu, a preko njega i u biljkama, treba utvrditi izvor zagađenja i prema tome poduzeti mjere zaštite poljoprivrednih tala usaglašene sa zahtjevima nacionalne regulative.

6. Vrlo je bitna redovna analiza zagađenja poljoprivrednih površina, posebno pored većih industrijskih pogona, naselja i prometnica, poduzimanje mjera za njeno ublažavanje, između ostalog i pravilnim izborom biljnih vrsta i genotipova koji su tolerantniji na povećane koncentracije toksičnih elemenata u zraku i tlu.

6. LITERATURA

1. Abrahams, P. W. (2002): Soils: their implications to human health. Science of the Total Environment,291, 1-3.
2. Alloway, B.J. (2008.): Zinc in Soils and Crop Nutrition. Second Edition, published by IZA and IFA, Brussels, Belgium and Paris, France.
3. Anderson, R. A. (1981). Nutritional role of chromium. *Sci. Total Environ.*, 17, 13-29.
4. Benović, A.,(2007): Ekologija, biološka raznolikost i regionalizacija na Jadranu, Forumi o regionalizaciji i održivom življenju, Zbornik radova i izbor iz diskusije, Fondacija Heinrich Bőll, Zagreb.
5. Bose, S., Bhattacharyya, A.K. (2008.): Heavy metal accumulation in wheat plant grown in soil amended with industrial sludge. Chemosphere 70: 1264 – 1272.
6. Bošnjaković, B., Znaor, D., (1998): Ekološka poljoprivreda kao model održive poljoprivrede u zemljama u tranziciji s gospodarstvima u tranziciji, Hrvatske vode 6 (24), 215-232.
7. Bouis HE (2003) Micronutrient fortification of through plant breeding: can it improve nutrition in man at low cost? Proceedings of Nutrition Society 62: 403-411.
8. Cakmak I, Ozkan H, Braun HJ, Welch RM, Römheld V (2000) Zinc and iron concentrations in seeds of wild, primitive and modern wheats. Food and Nutrition Bulletin 21:(4) 401-403.
9. Chatzav M, Peleg Z, Ozturk L, et al. (2010) Genetic diversity for grain nutrients in wild emmer wheat: potential for wheat improvement. Annals of Botany:105:1211–1220.
10. Cubadda, F., Raggi, A., Marconi, E. (2005.): Effects of processing on five selected metals in the durum wheat food chain. Microchemical Journal 79: 97-102.
11. Egner, H., Riehm, H., Domingo, W.R. (1960.): Untersuchung über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nahrstoffzustandes der Boden II. Chemische Extractionsmetoden zu Phosphor- und Kaliumbestimmung. K. Lantbr. Hogsk. Annlr. W.R. 26: 199 – 215.
12. Firšt, R., Galić Tomić, M., Jukić, K., Laginja, I. i Novota Krajanović D., (20049: Uzgoj ljekovitog i aromatskog bilja i brdsko-planinskim područjima Hrvatske, ZOE-centar za održivi razvoj ruralnih krajeva, Zagreb.

13. Fox, M.W., (2008): Agriculture, biotechnology, bioethnics and the global FDA – food-drug & agriculture complex, Agronomski glasnik 70 (2), 95-121.
14. Gao X, Mohr RM, McLaren DL, Grant CA (2011) Grain cadmium and zinc concentration in wheat as affected by genotipic variation and potassium chloride fertilization. Field Crops Research 122 (2): 95-103
15. He, Z.L., Yang, X.E. and Stoffellab, P. J. (2005.): Trace elements in agroecosystems and impacts onthe environment. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology 19:125-140.
16. Hofman, G., Van Cleemput O. (2004.): Soil and Plant Nitrogen, International Fertilizer Industy Association.
17. Internet portal (IP):

IP[1] - www.poliklinika-harni.hr, www.zzt.hr/index, 14.09.2015. 19:03.

IP[2]- https://www.google.hr/search?q=U+Republici+Hrvatskoj+2010.+godine+povr%C5%A1ine+pod+p%C5%A1enicom+&ie=utf-8&oe=utf-8&gws_rd=cr&ei=7bT_VtORO8WTsgHI0K7gBA , 08.09.2015. 19:30.

IP[3] - http://foodcounts.com/national-nutrient-database/default.htm, USDA National Nutrient Database for standard Reference, Release 16 (July 2003), 07.09.2015., 12:42.

IP[4] - http://www.ers.usda.gov/data/wheat/YBtable03.asp, 15.09.2015. 16:04.

IP[5] - (http://www.coolinarika.com/namirnica/psenica/, 16.09.2015., 22:12.

IP[6] - http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2010_03_32_745.html, Pravilnik o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (NN 152/08), 12.09.2015. 17:23.

18. Jia, L., Wang, W., Li, Y., Yang, L. (2010.): Heavy Metals in Soil and Crops of an Intensively Farmed Area: A Case Study in Yucheng City, Shandong Province, China. Int. J. Environ. Res. Public Health, 7: 395-412.
19. Jošt, M., Samobor, V., (2005): Oplemenjivanje bilja, proizvodnja hrane i održiva poljoprivreda, Agronomski glasnik 5, 427-443.
20. Keeney, D.R., and Nelson, D.W. (1982.): Nitrogen-Inorganic forms. p. 643- 698. InA.L. Page et al. (ed.) Methods of soil analysis. Part 2. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.

21. Kisić, I.,Zgorelec, Ž., Jurišić, A.,Bilandžija, D.,(2011):Utjecaj konvencionalne i ekološke poljoprivrede na kemijske parametre tla. Agronomski glasnik 1-2/2011. ISSN 0002-1954.

22. Köleli, N., Eker, S., Cakmak, I. (2004.): Effect of zinc fertilization on cadmium toxicity in durum and bread wheat grown in zinc-deficient soil. Environmental Pollution 131: 453-459.

23. Le Bot, J., Kirkby, A.E., Van Beusichem, L.M.(1996). *J. Plant Nutr*., 13, 513-525.

24. Le Bot, J., Goss, J.M., Carvalho, M., Van Beusichem, L.M., Kirkby, A.E.(1990). *Plant Soil*, 124, 205-210.

25. Lončarić, Z., Karalić, K., Popović, B., Rastija, D., Vukobratović, M. (2008.): Total and plant available micronutrients in acidic and calcareous soils in continental part of Croatia. Cereal Research Communications. 36:331-334.

26. Lončarić, Z., Popović, B., Karalić, K., Rastija, D., Engler, M. (2007.b): Phosphorus fertilization and liming impact on soil properties. Cereal Research Communications. 35 (2): 733-736.

27. Lončarić, Z., Rastija, D., Karalić, K., Popović, B. (2006): Mineral fertilization and liming impact on maize and wheat yield. Cereal Research Communications. 34 (1): 717-720.

28. Lorenz, K., Loewe, R., Weadon, D., Wolf, W. (1980.): Natural Levels of Nutrients in Commercially Milled Wheat Flours. III. Mineral Analysis. Cereal Chem. 51(1): 65-69.

29. Magdoff, F., and R.J. Bartlett (1985.): Soil pH buffering revisited. Soil Sci. Soc. Am J. 62: 145-148.

30. McBride, M.B. (1994.): Environmental chemistry of soils. Oxford University Press, New York.

31. Mickovski Stefanovic, V.Ž.(2012): Uticaj genotipa i lokaliteta na dinamiku akumulacije teških metala u vegetativnim organima pšenice. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni Fakultet, Beograd.

32. Mintoš Svoboda, Lj., (2008): Strategija održivog razvitka Hrvatske – vizija naše budućnosti, Eko revija 22, godište IV, 22-24.

33. Nan, Z., Zhao, C., Li, J., Chen, F. and Sun, W. (2002): Relations between soil properties and elected heavy metal concentrations in spring wheat (*Triticum aestivum L.)* grown in contaminated soils. Water, Air and Soil Pollution, 133, 205-213.

34. Nelson, J.H. (1985.): Wheat: Its processing and utilization. The American Journal of Clinical Nutrition 41: 1070-1076.

35. Öborn, I., Jansson, G., Johnsson, L. (1995): A field study on the influence of soil ph on trace element levels in spring wheat (*Triticum aestivum*), potatoes (*Solanum tuberosum*) and carrots (*Daucus carota*). Water, Air, and Soil Pollution, 85(2): 835-840.

36. Petrović-Gegić AD., Vojnović-Miloradov MB MB, Sabo Cehmajster KJ, Ileš FI., (2007): Prisustvo korisnih i toksičnih elemenata u nekim biljnim kulturama na plavnom području reke Tise. Hemijska Industrija, 2007; 61: 321-325.

37. Regmi, B., Rengel, Z., Shaberi-Khabaz, H. (2010): Fractionation and distribution of zinc in soils of biologically and conventionally managed farming systems, Western Australia. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for Changing the World (http://www.iuss.org/19th%20WCSS/symposium/pdf/0591.pdf) 14.9.2010.

38. Romić, M., Romić, D. (2003): Heavy metals distribution in agricultural topsoils in urban area. Environmental Geology (2003) 43:795-805

39. Sanità di Toppi, L., Gabbrielli, R. (1999.): Response to cadmium in higher plants. Environmental and Experimental Botany 41 (1999) 105-130.

40. Sekulić P., Hadžić V., Lazić N., Bogdanović D., J. Vasin Pucarević, M., Ralev J., Zeremski Škorić, T., (2005): MONITORNIG NEPOLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA VOJVODINE Zbornik radova sa EnE05, Konferncija Životna sredina ka Evropi, Beograd SCG, 5-8 Jun, str. 278-282.

41. Schulin, R., Johnson, A., Frossard, E. (2010.): Trace Element-Deficient Soils. U: Hooda, P.S. (ur.): Trace Elements in Soils. A John Wiley and Sons, Ltd., Publication. United Kingdom. 175-197.

42. Stevanović, D., Jakovljević, M., Pavlović R., (2001): Akumulacija teških metala u povrću u zavisnosti od njihovog sadržaja u zemljištu, Savremena poljoprivreda, Vol. 50, br 1-2, str. 31-35.

43. Šiljković, Ž., (2001): Južna Europa u ostvarenju koncepta ekološke poljoprivrede, Geoadria vol.6, 93-112.

44. Škorić, A. (1991.): Sastav i svojstva tla. Fakultet Poljoprivrednih znanosti.Zagreb.

45. Škrbić, B., Čupić, S. (2005.): Toxic and essential elements in soft wheat grain cultivated in Serbia. Eur Food Res Technol, 221:361-366.

46. Škrbić, B. i Čupić, S. (2004): Trace metal distribution in surface soils of Novi Sad and Bank Sediment of the Danube River. Journal of Environment Science and Health, Part A. 39, 1547-1558.
47. Tadić, R., (1997): Utjecaj propisa Europske unije na razvitak ekološke poljoprivrede u Republici Hrvatskoj, Agriculturae conspectus scientificus 62 (1-2), 201-204.
48. Tan, K.H., (1998.): Colloidal chemistry of organic soil constituents. In: Tan,K.H., (Ed.), Principles of Soil Chemistry, Marcel Dekker, New York, pp. 177–258.
49. Ubavić, M., Bogdanović, D., Hadţić, V. (1993). Osnovna hemijska svojstva zemljišta Vojvodine i mogućnosti njihovog zagaĊenja teškim metalima, *Savremena poljoprivreda*, 1, 47-51.
50. US Department of Agriculture, Soil Survey Division Staff. (1993.): Soil Survey Manual. USDA Agricultural Handbook 18. US Govt. Printing Off., Washington, DC.
51. Vidaček, Ž., Bogunović, M., Bensa, A., (2005): Aktualno stanje zaštite tla u Hrvatskoj. https://bib.irb.hr/datoteka/167016.pinta.doc, 01.11.2015., 16:27.
52. Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2011.): Ishrana bilja. Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Osijek.
53. Vukadinović, V. i Lončarić, Z. (1998): Ishrana bilja, poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
54. Vukadinović, V., Lončarić, Z. (1997.): Ishrana bilja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
55. Znaor, D., (1996): Ekološka poljoprivreda, Nakladni zavod Globus, Zagreb.
56. Živanović, M., (2010): Teški metali u zemljištu i njihov uticaj na biljke. Build, 14:1-6.
57. Youssef, M. and Chino, C. (1991):Movement of metals from soil to plant roots. Water, Air and Soil Pollution, 57-58, 249-258.
58. Weber, R., Hrynezuk, B. (2000). Effect of leaf and soil contaminations on heavy metals content in spring wheat crops, Nukleonika, 45, 137-140.

7. PRILOZI

Tablica 5: *Ukupne koncentracije Co, As, Cu, Zn, Mn i Fe u tlima Hrvatske*

Županije	N		Co	As	Cu	Zn	Mn	Fe
			mg kg^{-1}					%
Bjelovarsko Bilogorska	123	$\bar{x}$	9,0	6,0	16,0	59,0	504,0	2,80
		min-max	(3,0-22,0)	(2,5-*18,0*)	(4,0-*98,7*)	(39,0-129,0)	(172,0-1278,0)	(1,74-6,10)
Brodsko Posavska	99	$\bar{x}$	13,0	9,0	25,2	87,0	646,5	3,44
		min-max	(6,0-23,0)	(0,5-*27,0*)	(9,0-*90,6*)	(42,0-139,0)	(235,0-1768,0)	(1,89-5,67)
Dubrovačko Neretvanska	172	$\bar{x}$	17,7	17,1	51,3	99,6	1030,0	4,12
		min-max	(2,0-*31,0*)	(5,0-***59,0***)	(6,0-**414,0**)	(16,0-*190,0*)	(96,0-1849,0)	(0,43-8,02)
Istarska	122	$\bar{x}$	18,4	*17,2*	31,2	89,9	970,8	3,85
		min-max	(9,0-*43,0*)	(4,0-***43,0***)	(10,0-*74,0*)	(45,0-*180,0*)	(438,0-2478,0)	(1,82-7,25)
Karlovačka	123	$\bar{x}$	14,6	14,5	23,5	90,4	743,7	3,38
		min-max	(4,0-*35,0*)	(4,8-***35,0***)	(7,0-*81,0*)	(48,0-*156,0*)	(187,0-1625,0)	(1,52-6,94)
Koprivničko-Križevačka	76	$\bar{x}$	11,0	11,0	24,0	91,0	713,0	3,22
		min-max	(4,0-22,0)	(2,5-**92,0**)	(9,0-**248,0**)	(34,0-**626,0**)	(371,0-2956,0)	(1,73-5,52)
Krapinsko-Zagorska	50	$\bar{x}$	12,0	8,7	27,0	83,0	618,0	3,53
		min-max	(3,0-19,0)	(5,0-*23,0*)	(5,0-***187,0***)	(50,0-117,0)	(131,0-1338,0)	(2,24-4,87)
Ličko-Senjska	255	$\bar{x}$	15,40	*16,6*	29,6	113,9	869,1	3,76
		min-max	(4,0-*30,0*)	(5,0-***43,0***)	(6,4-**269,0**)	(51,0-***383,0***)	(113,0-2320,0)	(0,96-6,34)
Međimurska	51	$\bar{x}$	12,0	10,0	23,0	126,0	736,0	3,41
		min-max	(6,0-24,0)	(2,5-*28,0*)	(10,0-*53,0*)	(49,0-**974,0**)	(397,0-1283,9)	(2,33-5,34)
Osiječko-Baranjska	66	$\bar{x}$	13,0	7,5	37,6	77,5	701,4	2,98
		min-max	(5,1-*28,9*)	(0,6-*29,0*)	(8,7-***199,0***)	(23,1-139,0)	(223,0-1997,0)	(1,37-4,99)
Požeško-Slavonska	96	$\bar{x}$	10,0	8,0	20,4	75,0	630,0	2,92
		min-max	(5,0-*29,0*)	(0,5-***53,0***)	(4,0-***157,0***)	(45,0-*201,0*)	(174,0-1618,0)	(1,54-5,61)
Primorsko-Goranska	191	$\bar{x}$	15,9	*15,5*	40,9	111,2	887,4	4,01
		min-max	(2,0-**120,0**)	(5,0-**87,0**)	(7,0-**429,0**)	(26,0-*243,0*)	(94,0-2481,0)	(0,3-6,65)
Sisačko-Moslavačka	207	$\bar{x}$	12,0	10,0	23,0	84,0	615,0	3,14
		min-max	(5,0-**380,0**)	(2,5-***31,0***)	(3,0-*87,0*)	(46,0-**723,0**)	(196,0-2029,0)	(1,32-6,81)
Splitsko-Dalmatinska	228	$\bar{x}$	18,1	*15,4*	45,75	117,3	1125,0	4,17
		min-max	(4,0-*35,0*)	(5,0-***41,0***)	(13,0-***128,0***)	(31,0-*264,0*)	(143,0-2232,0)	(1,1-5,63)
Šibensko-Kninska	55	$\bar{x}$	14,2	*15,2*	*65,3*	68,2	1195,9	4,66
		min-max	(2,5-23,0)	(2,1-***32,0***)	(10,3-**352,4**)	(25,3-131,5)	(123,0-2547,0)	(1,37-7,38)
Varaždinska	57	$\bar{x}$	11,0	11,0	20,0	155,0	712,0	3,26
		min-max	(3,0-*27,0*)	(2,5-***41,0***)	(4,0-***157,0***)	(28,0-**1432,0**)	(153,0-5619,0)	(0,6-4,97)
Virovitičko-Podravska	90	$\bar{x}$	11,0	8,0	23,0	95	674,0	3,14
		min-max	(4,0-23,0)	(0,5-*21,0*)	(6,1-***163,0***)	(36,0-***477,0***)	(185,0-1585,0)	(1,47-4,95)
Vukovarsko-Srijemska	58	$\bar{x}$	12,5	8,0	35,4	67,4	653,3	2,57
		min-max	(4,5-*31,0*)	(0,4-*26,0*)	(7,9-**235,0**)	(17,0-87,0)	(175,0-1923,0)	(1,73-4,87)
Zadarska	55	$\bar{x}$	17,1	*16,0*	*57,2*	87,9	986,4	3,69
		min-max	(6,0-*37,0*)	(4,0-***40,0***)	(15,0-**313,4**)	(34,0-*195,0*)	(312,0-1468,0)	(1,35-5,99)
Zagrebačka i Zagreb	483	$\bar{x}$	11,0	10,0	*70,5*	82,0	561,0	3,16
		min-max	(4,0-*36,0*)	(2,5-**74,0**)	(5,9-**700,0**)	(12,0-**1250,0**)	(182,0-1395,0)	(1,34-6,43)

Tumač: *Tlo velike onečišćenosti (So 0,5-1,0*); *Onečišćeno tlo (So 1,0-2,0);* Zagađeno tlo (So >2,0)

Izvor*: Vidaček i sur., 2005.*

7.1. KRATICE

Neke od najčešće korištenih kratica su:

RDA - Recommended Dietary Allowances (preporučene dnevne količine).

MDK - Maksimalno dopuštene količine.

AAS - Atomski apsorpcijski spektrofotometar.

VGUK – Visoko gospodarsko učilište u Križevcima.

EDTA - Etilendiamintetraoctena kiselina.

8. SAŽETAK

Cilj ovog rada bio je utvrditi utjecaj sorte i načina gospodarenja tlom na akumulaciju esencijalnih mikroelemenata u zrnu pšenice. Također su istraživani kemijski parametri tla uzorkovanih s parcela pod ekološkim i konvencionalnim poljoprivrednim uzgojem. Rezultati ispitivanih pH vrijednosti, količine humusa, fiziološki aktivnog fosfora i kalija te C/N odnos u tlu nisu pokazali značajnu razliku između ispitivanih parcela. Ispitivan je sadržaj esencijalnih elemenata (Cu, Zn, Fe i Mn) u odabranim uzorcima zrna pšenice, primjenom Atomske apsorpcijske spektroskopije (AAS) kao spetkrometrijski analitički postupak za statističku evaluaciju dobivenih rezultata. Rezultati su pokazali značajne razlike koncenteracije Fe, Zn i Cu u zrnu pšenice između ekološke i konvencionalne proizvodnje, dok kod koncentracije Mn nije bilo velike razlike.

Ključne riječi: zrno pšenice, ekološki uzgoj, konvencionalni uzgoj, esencijalni mikroelementi, kemijski parametri tla.

8.1. SUMMARY

The aim of this study was to determine the impact of land management and varieties of wheat on accumulation of essential trace elements in wheat grain. Chemical parameters of the soil were also studied and sampled from the land under organic and conventional agricultural cultivation. The results of soil pH, organic matter quantity, quantity of plant available phosphorus and potassium and C/N ratio showed no significant difference between plots under conventional and organic farming. The research of content of essential elements (Zn, Cu, Fe and Mn) in selected samples in the wheat grain using Atomic absorption spectroscopy (AAS), as an spectroanalytical procedure, for statistical evaluation of obtained results. The results showed significant differences in concentration of Fe, Zn and Cu in wheat grain between organic and conventional production, while the concentration of Mn did not have any significant difference.

Key words: wheat grain, organic farming, conventional farming, essential trace elements soil chemical parameters.

8.2. ŽIVOTOPIS

OSOBNI PODACI

Ime i prezime: Marinela Kilić

Adresa:

Mobilni telefon: 099/ 208 5844

E-mail: kilic.marinela357@gmail.com

Spol: Žensko | **Datum rođenja:** 21.05.1987. | **Državljanstvo:** Hrvatsko

RADNO ISKUSTVO

Naziv poslodavca: As trgovina i usluge

Radno mjesto: Prodavač/ voditelj poslovnice

Vremensko razdoblje: 2010 - 2015

Naziv poslodavca: LuMaLei

Radno mjesto: Direktor poduzeća

Vremensko razdoblje: 2015 do danas

OBRAZOVANJE I OSPOSOBLJAVANJE

Vremenski period: 2008.-2011.

Naziv fakulteta: Visoko gospodarsko učilište u Križevcima

Zvanje: Stručna prvostupnica (baccalaureus/baccalaurea) inženjerka poljoprivrede, smjer Bilinogojstvo

Vremenski period:

Naziv srednje škole: Srednja gospodarska škola Križevci

Zvanje: Poljoprivredni tehničar fitofarmaceut

OSOBNE VJEŠTINE

Materinski jezik: Hrvatski jezik.

Ostali jezici: Engleski jezik.

Komunikacijske vještine: dobre komunikacijske vještine stečene tijekom rada na mjestu prodavač.

Organizacijske / rukovoditeljske vještine: smisao za organizaciju (iskustvo u trgovačkim djelatnostima).

Poslovne vještine: organizacija aktivnosti i događaja koji su unaprijedili timski rad unutar tvrtke.

Računalne vještine: dobro vladanje alatima Microsoft Office.

Vozačka dozvola: B kategorija vozačke dozvole.