



UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Anamarija JAGODIČ

**ALI INTENZIVNO KMETIJSTVO PROIZVAJA
SIROMAŠNO HRANO?**

DIPLOMSKI PROJEKT

Univerzitetni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2012

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Anamarija JAGODIČ

**ALI INTENZIVNO KMETIJSTVO PROIZVAJA SIROMAŠNO
HRANO?**

DIPLOMSKI PROJEKT
Univerzitetni študij - 1. stopnja

**DOES INTENSIVE AGRICULTURE PRODUCES NUTRITIONALLY
POOR FOOD?**

B. SC. THESIS
Academic Study Programmes

Ljubljana, 2012

Diplomski projekt je zaključek Univerzitetnega študija Kmetijstvo – agronomija – 1. stopnja. Delo je bilo opravljeno na Biotehniški fakulteti Oddelka za agronomijo Katedra za pedologijo.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. doc. dr. Roka MIHELICA.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: izr. prof. dr. Marina PINTAR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Rok MIHELIC
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Dragan ŽNIDARČIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Diplomski projekt je rezultat lastnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svojega diplomskega projekta na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddal v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Anamarija JAGODIČ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Du1
- DK UDK 631.4/.5: 631.811(043.2)
- KG pedologija/načini obdelave/vsebnost hranil/kakovost pridelka
- AV JAGODIČ, Anamarija
- SA MIHELIČ, Rok (mentor)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- LI 2012
- IN ALI INTENZIVNO KMETIJSTVO PROIZVAJA SIROMAŠNO HRANO?
- TD Diplomski projekt (Univerzitetni študij - 1. stopnja)
- OP VI, 14 str., 1 pregl., 2 sl., 15 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Namen diplomskega dela je bil ugotoviti ali intenzivno kmetijstvo resnično proizvaja siromašno hrano. Pridelkom se je vsebnost določenih esencialnih elementov celo povečala, tako se je vsebnost beljakovin pri žitih povečala ob dodajanju dušika, ob dodajanju žvepla v tleh, kjer žvepla primanjkuje pa se je povečala vsebnost aminokislin, ki vsebujejo žveplo. Na kakovost hrane pa vpliva tudi obdelava tal ter genski inženiring. Slednji lahko omogoči nastanek novih sort, ki vsebujejo povečane vsebnosti nekaterih esencialnih elementov kot so vitamini in minerali. Pri obdelavi tal poznamo konvencionalne ter ohranitvene načine obdelave, poskusi izvedeni na tem področju so pokazali, da postopka ne vplivata na vsebnost hranil v rastlinah. Težko je tudi zagotoviti, da ekološko kmetijstvo proizvaja bolj kakovostne pridelke, ki vsebujejo več mineralov, vitaminov, antioksidantov. Po mnenju nekaterih strokovnjakov naj bi bili pridelki pridelani na konvencionalen način enako kakovostni kot pridelki pridelani na ekološki način. Pidelki pridelani na konvencionalen način naj bi bili celo bolj varni, saj se pri ekološko pridelanih pridelkih lahko zgodi, da so okuženi z različnimi patogeni.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Du1
- DC UDC 631.4/.5: 631.811(043.2)
- CX pedology/agriculture/production technologies/nutrient content/crop quality
- AU JAGODIČ, Anamarija
- AA MIHELIČ, Rok (supervisor)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
- PY 2012
- TY DOES INTENSIVE AGRICULTURE PRODUCES NUTRITIONALLY POOR FOOD?
- DT B. Sc. Thesis (Academic Study Programmes)
- NO VI, 14 p., 1 tab., 2 fig., 15 ref.
- LA sl
- Al sl/en
- AB Purpose of this study was to determine whether intensive farming produces nutritionally poor food. The content of certain essential elements even increased with intensive agriculture, e.g. the protein content of cereals increased with the addition of nitrogen, adding sulphur to the soil increased content of amino acids containing sulphur. The food quality is also affected by tillage, genetic engineering. The latter may allow the emergence of new varieties containing increased levels of certain essential elements such as vitamins and minerals. Experiments showed that soil tillage intensity (conventional vs. conservation tillage methods) normally do not affect the nutrient content of plants. It is also difficult to ensure that organic farming produces higher quality products that contain more vitamins, minerals and antioxidants. According to some experts, the crops produced in a conventional manner expressed the same quality as crops grown by organic principles. Crops harvested in a conventional manner are often even safer, because organic crops may be infected with various pathogens.

KAZALO VSEBINE

	Str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key words documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VI
Kazalo slik	VI
1 UVOD	1
2 KAKŠEN JE KAKOVOSTEN PRIDELEK?	1
2.1 KAJ POTREBUJE KAKOVOSTEN PRIDELEK?	2
3 FAKTORJI, KI VPLIVAJO NA HRANILNO VSEBNOST PRIDELKA	4
4 VPLIV AGRONOMSKIH POSTOPKOV NA VSEBNOST HRANIL V PRIDELKIH	4
4.1 VPLIVI GNOJENJA	4
4.1.1 Gnojenje z dušikom	4
4.1.2 Gnojenje s fosforjem	5
4.1.3 Gnojenje s kalijem	5
4.1.4 Gnojenje z žveplom	6
4.1.5 Gnojenje z mikroelementi	6
4.1.6 Gnojenje z borom	7
4.1.7 Gnojenje s kalcijem	7
4.1.8 Gnojenje plodovk	7
4.1.9 Učinki dodatnih kmetijskih ukrepov	8
4.1.9.1 Obdelava tal in kolobar	8
4.1.10 Ekološko kmetovanje	9
4.1.11 Vlaga v tleh	10
4.1.12 Gospodinjski in industrijski odpadki	10
4.1.13 Žlahtnjenje rastlin	11
4.1.14 Genski inženiring	11
5 VPLIV KOLIČINE PRIDELKA NA KAKOVOST HRANE	11
6 SKLEPI	12
7 VIRI	14
ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

	Str.
Preglednica 1: Kritične listne koncentracije mineralnih elementov v ne tolerantnih poljščinah* (White in Brown, 2010)	3

KAZALO SLIK

	Str.
Slika 1: Obdelava tal brez oranja (Hrastar, 2012)	8
Slika 2: Vsebnost hranil v zrnju pri različnih obdelavah tal (Mihelič in sod., 2005)	9

1 UVOD

Hrana je osnovna življenjska dobrina. Je vir maščob, ogljikovih hidratov, beljakovin, mineralov in vitaminov, ki so potrebni za delovanje živih bitij. Ljudje danes vse več pozornosti posvečajo kakovosti hrane, zanima jih vsebnost določenih elementov saj je danes vse bolj prisoten trend zdravega prehranjevanja. Ljudje vedo, da intenzivno kmetijstvo proizvaja velike pridelke, vendar jih pri tem skrbi, da so ti pridelki predvsem energetsko bogati, manjka pa jim vitaminov in mineralov. Tako je sodobno intenzivno kmetijstvo v javnih medijih pogosto obtoževano, da proizvaja siromašno hrano (Zemljič, 2011). Namen diplomskega projekta je s pomočjo znanstvenih virov preučiti ali so take trditve racionalno zasnovane ali so le plod nezaupanja v tehnologijo ali celo zlonamernega zavajanja.

Z začetkom zelene revolucije leta 1960 so se začeli večati pridelki, prav zaradi vse večje rasti prebivalstva. Do povečanih pridelkov so prišli predvsem na račun uporabe NPK gnojil, fitofarmacevtskih sredstev, z uporabo hlevske reje s katero se je povečala rodovitnost tal ter z uporabo organo-mineralnih gnojil, kot je kostna moka. Tako se je pridelava žit v tem obdobju podvojila. Cene žit so tako padle in so tako postale dostopnejše revnejšem delu prebivalstva, medtem ko je cena strošnic narastla, to pa je pustilo velike posledice na prehrani ljudi (Graham in sod., 2012). Toda danes gojimo sorte, predvsem gre zahvala žlahtniteljem, ki so do danes uvedli številne sorte, ki dajejo velike in kakovostne pridelke (Bohanec, 2012). Številne novejšje raziskave so prišle tudi do novih spoznanj na področju gnojenja, obdelave tal in drugih agronomskih postopkov. Tako lahko danes tudi s pomočjo intenzivnega kmetijstva pridelamo kakovostno hrano.

2 KAKŠEN JE KAKOVOSTEN PRIDELEK?

Kakovosten pridelek je pridelek, ki vsebuje hranila v rangih normalne preskrbljenosti s hranili, ni okužen s patogeni, mikotoksini in kemičnimi onesnažili. Vsebina hrane je ključnega pomena, pa vendarle ne smemo zanemariti še okusa, izgleda, arome ter sposobnosti za shranjevanje (Benbrook, 2009).

Hranilna vrednost hrane je merjena z vsebnostjo proteinov, maščob, ogljikovih hidratov, vitaminov in mineralov, seveda pa ne smemo pozabiti še vsebnosti polifenolov, flavonoidov in antioksidantov, saj je njihov pomen, zaradi številnih pozitivnih učinkov na zdravje ljudi v zadnjih letih zelo narastel. Slednji so zelo koristni za zdravo prehrano, ščitijo pred prostimi radikali in zavirajo nastanek bolezni kot je rak. Hrana mora vsebovati tudi deset esencialnih aminokislin: izolevcin, levcin, metionin, tirptofan, valin, fenilalanin, arginin, treonin, histidin ter lizin. Nezadostno zaužitje teh hranil lahko povzroči poškodbe možganov, raka, kardiovaskularne bolezni, v nekaterih resnejših primerih pa smrt.

Zato so vsa zgoraj naštetna hranila v hrani izrednega pomena, saj zagotavljajo zdravo rast in preprečujejo bolezni. Pomembna pa je tudi oblika, v kakršni se določeno hranilo nahaja v hrani in lahko vpliva na samo dostopnost le-tega. Sama dostopnost hranila lahko variira zaradi različnih dejavnikov, kot so starost, zdravstveno stanje, spol in genetska zasnova (Benbrook, 2009).

2.1 KAJ POTREBUJE KAKOVOSTEN PRIDELEK?

Rastline poleg kisika, ogljikovega dioksida in vode potrebujejo še nekatere mineralne elemente. Te elemente razdelimo na dve skupini, in sicer makro in mikro elemente, ki so zastopani v različnih količinah. Med makro elemente sodijo: dušik (N), fosfor (P), kalij (K), žveplo (S), magnezij (Mg) in kalcij (Ca). Med mikroelemente pa sodijo: bor (B), klor (Cl), mangan (Mn), molibden (Mo), cink (Zn), baker (Cu), nikelj (Ni) ter železo (Fe). Pomanjkanje katerega iz med teh elementov zmanjša rast rastlin in pridelke. Sprejem mineralnih elementov poteka preko korenin, in sicer je privzem omogočen z rastjo korenin v dele tal, kjer se nahajajo razpoložljiva hranila. Transport hranil do korenine poteka z difuzijo ali z masnim tokom, vse pa je omejeno tudi z dejavniki rizosfere. Transport po korenini poteka po apoplastni ali simplastni poti do nadzemnega dela rastline, kjer se transport nadaljuje po ksilemu ali floemu vse do listov, kjer poteka asimilacija (White in Brown, 2010).

Rastline, da proizvedejo kakovosten pridelek, potrebujejo zgoraj navedene elemente, ki so pa pomembni tudi za zdravje ljudi, pri čemer ne smem pozabiti omeniti, da ljudje potrebujejo okoli 25 različnih mineralnih elementov za normalno delovanje organizma. Vir teh elementov so po večini primerov rastline, zato je izrednega pomena, da rastlinam zagotovimo primerno prehrano (White in Brown, 2010).

Preglednica 1: Kritične listne koncentracije mineralnih elementov v ne tolerantnih poljščinah* (White in Brown, 2010)

Elementi	Bistvenost		Kritične listne koncentracije (mg g ⁻¹)	
	rastline	živali	zadostnost	toksičnost
Dušik (N)	Da	Da	15-40	>
Kalij (K)	Da	Da	5-40	>50
Fosfor (P)	Da	Da	2-5	>10
Kalcij (Ca)	Da	Da	0,5-10	>100
Magnezij (Mg)	Da	Da	1,5-3,5	>15
Žveplo (S)	Da	Da	1,0-5,0	
Klor (Cl)	Da	Da	0,1-6,0	4,0-7,0
Bor (B)	Da	priporočljivo	5-100*10 ⁻³	0,1-1,0
Železo (Fe)	Da	Da	50-150*10 ⁻³	>0,5
Magnezij (Mg)	Da	Da	10-20*10 ⁻³	0,2-5,3
Baker (Cu)	Da	Da	1-5*10 ⁻³	15-30*10 ⁻³
Cink (Zn)	Da	Da	15-30*10 ⁻³	100-300*10 ⁻³
Nikelj (Ni)	Da	priporočljivo	0,1*10 ⁻³	20-30*10 ⁻³
Molibden (Mo)	Da	Da	0,1-1,0*10 ⁻³	1
Natrij (Na)	Koristno	Da	/	2-5
Selen (Se)	Koristno	Da	/	10-100*10 ⁻³
Kobalt (Co)	koristno	Da	/	10-20*10 ⁻³
Jod (I)	/	Da	/	1-20*10 ⁻³
Fluor (F)	/	priporočljivo	/	0,1
Litij (Li)	/	priporočljivo	/	10-200*10 ⁻³
Svinec (Pb)	/	priporočljivo	/	10-20*10 ⁻³
Arzen (As)	/	priporočljivo	/	1-20*10 ⁻³
Vanadij (V)	/	priporočljivo	/	1-10*10 ⁻³
Krom (Cr)	/	priporočljivo	/	1-2*10 ⁻³
Silicij (Si)	/	priporočljivo	/	nd
Aluminij (Al)	koristno	/	/	40-200*10 ⁻³
Kadmij (Cd)	koristno	/	/	5-10*10 ⁻³
Živo srebro (Hg)	/	/	/	2-5*10 ⁻³

* Ne-tolerantne rastline, so rastline, ki ne prenašajo visokih koncentracij mineralnih elementov v tleh.

V tabeli 1 so navedeni esencialni mineralni elementi za živali in rastline, in sicer tisti, ki so koristni za rastline in omogočajo rast pod določenimi okoljskimi pogoji. Prikazana je tudi kritična koncentracija za zadostnost in za strupenost (White in Brown, 2010).

3 FAKTORJI, KI VPLIVAJO NA HRANILNO VSEBNOST PRIDELKA

Na hranilno vsebnost pridelka vplivajo različni faktorji, posredno ali neposredno. Ločimo faktorje tal, kamor sodijo vplivi kislosti tal (nivo pH), dostopna hranila, tekstura, organska snov, voda v tleh, klimatski faktorji, kjer se beležijo vplivi temperature, padavin, vetra, jakosti osvetlitve ter svetlobnega spektra. Pomemben vpliv na vsebnost hranil v pridelku pa imajo tudi shranjevanje pridelka, vplivi aplikacij gnojil, zrelost poljščine pred spravilom ali žetvijo ter drugi agronomski postopki (Hornick, 1992).

4 VPLIV AGRONOMSKIH POSTOPKOV NA VSEBNOST HRANIL V PRIDELKIH

4.1 VPLIVI GNOJENJA

4.1.1 Gnojenje z dušikom

Vsebnosti določenih hranil v pridelkih so pogojeni z genotipom, z okoljskimi dejavniki in z dostopnostjo hranil v tleh. Dušik je esencialna komponenta aminokislin, te pa so gradniki beljakovin. Dušik predstavlja kar 17 % beljakovinske molekule, zato je posledično koncentracija beljakovin v pridelku odvisna od dostopnosti dušika v tleh. Analize na primeru žit so pokazale, da je bila vsebnost beljakovin povečana v žitih, ki so bile posajene na območjih, kjer je bila predhodno posajena lucerna. Kot je znano so metuljnice zelo učinkovite pri bogatjenju tal z dušikom, saj fiksirajo dušik iz zraka s pomočjo fiksirajočih bakterij iz rodu *Rhizobium*. V primeru, da v tleh ni dovolj dušika, se poslužujemo gnojenja z dušičnimi gnojili. Dostopnost dušika v zgodnejših fazah rasti stimulira vegetativno rast in poveča pridelke. Pomembno je tudi, da pri samem gnojenju upoštevamo tudi okoljske dejavnike, ki nam lahko izboljšajo ali otežijo sprejem hranil v rastlino. Tako je omejen sprejem dušika v suhih tleh, zato se v takšnih primerih odločamo za foliarno gnojenje. Vedeti pa moramo, da je za povečanje vsebnosti beljakovin v žitih priporočljivo foliarno gnojenje ob cvetenju, kajti gnojenje pred cvetenjem poveča predvsem količino pridelanega zrnja, ne pa vsebnosti beljakovin v zrnju. Pri gnojenju z dušičnimi gnojili v tla pred cvetenjem žit se prav tako poveča vsebnost beljakovin v zrnju (Wang in sod., 2007).

Koruzno jedro zrnja je sestavljeno iz 73 % škroba, 10 % proteinov in 5 % olja, ostalo so vlaknine, vitamini, voda in minerali. Med krmnimi žiti ima koruza največjo energijsko vrednost, zaradi visoke vsebnosti škroba. Ker ima visoko vsebnost nenasičenih maščobnih kislin, je koruzno olje postalo zelo priljubljeno v prehrani ljudi. Velik problem pri koruzi predstavlja nizka koncentracija beljakovin, predvsem pomanjkanje esencialnih aminokislin kot so lizin in triptofan. Koncentracijo beljakovin lahko povečamo z gnojenjem z dušičnimi gnojili, in sicer dušična gnojila povečajo velikost kalčka, ki ima boljšo aminokislinsko bilanco kot endosperm (Wang in sod., 2007).

Oljna ogrščica ima poleg visoke vsebnosti olja tudi visoko vsebnost beljakovin, zato se jo velikokrat uporablja namesto živil živalskega izvora. Prav zaradi slednje lastnosti oljna ogrščica potrebuje veliko dušika tekom rasti za tvorbo proteinov. Povečan vnos dušika navadno poveča pridelke in vsebnost beljakovin, vendar se na ta račun zmanjša vsebnost olja. Prav tako gomoljnice in korenovke potrebujejo gnojenje z dušičnimi gnojili, da se jim poveča vsebnost beljakovin (Mengel in Kirkby, 2001).

Pri zelenjavi je potrebno vzeti v obzir, da se uporablja za prehrano predvsem vegetativne dele rastlin, ki akumulirajo relativno velike količine nitratov, zato je potrebno uporabljati v ta namen posebne oblike dušičnih gnojil, ki imajo postopno delovanje, kar lahko dosežemo bodisi z inhibitorji nitrifikacije, inhibitorji ureaze, ali z oplaščanjem granul gnojila za postopno raztapljanje v talni raztopini. Najbolj pogosta dušična gnojila, ki jih najdemo v takšni obliki so urea, amonijev sulfat ter diamonijev fosfat (Wang in sod., 2007).

4.1.2 Gnojenje s fosforjem

Gnojenje s fosforjem nima neposrednega vpliva na vsebnost beljakovin pri žitih. Vendar pa fosfor vpliva na sprejem dušika in na njegov metabolizem, žita gnojena z NP- gnojili so sprejele več dušika kot tista gnojena samo z dušičnimi gnojili (Wang in sod., 2007).

Koruza je zelo odzivna na dodajanje fosforja v zgodnejših fazah rasti, zato je priporočljivo dodajanje fosforja ob sajenju, kar se kasneje izkaže v večjem sprejemu fosforja in v večjih pridelkih. Aplikacija fosforja lahko poveča kvaliteto pridelka. Po drugi strani pa aplikacija fosforja pri koruzi ne poveča vsebnosti beljakovin, poveča pa pridelke.

V semenu oljne ogrščice se večinski del fosforja nahaja v obliki fitata in v obliki soli fitinske kisline. Fitat ima tudi določene pozitivne učinke pri ljudeh, in sicer zmanjšuje možnost raka na debelem črevesu, ledvičnih kamnov, visokega holesterola in kariesa. Zabeleženi pa so tudi negativni vplivi fitatov, in sicer imajo nizko prebavno stopnjo, zmanjšujejo absorpcijo kalcija, železa, magnezija in cinka. Analize so pokazale, da je aplikacija fosforja povečala pridelke oljne ogrščice, vsebnost olja in koncentracijo fosforja. S tem se je povečala tudi koncentracija fitata. Redukcija fitata v oljni ogrščici z zmanjšanjem zalog fosforja se ni izkazala za dobro potezo, saj je na ta način padla hranilna kvaliteta semena.

Gomoljnice, še posebej krompir, imajo velik potencial za doseganje velikih pridelkov, zato potrebujejo velike količine hranil, še posebej dušika, fosforja in kalija.

Fosfor pri listanti zelenjavi povečuje rast korenin, izrabo vode in hranil in povečuje pridelke. Vsa energija potrebna za redukcijo nitrata se izrablja iz adenzin trifosfata (ATP). Zato je metabolizem nitrata zelo odvisen od zalog fosforja. Analize so pokazale, da je manjša dostopnost fosforja povečala vsebnost nitratov v špinaci in zelju (Wang in sod., 2007).

4.1.3 Gnojenje s kalijem

Kalij ima zelo podobne učinke pri rastlinah kot dušik. Študije izvedene pri žitih so pokazale, da naj bi gnojenje s kalijem tudi povečalo vsebnost aminokislin.

Kalij je zelo pomemben element pri gomoljnicah, saj omogoča translokacijo škroba in sladkorja iz vrhnjih delov rastline v gomolje. Prav tako je kalij pri gomoljnicah pomemben za povečanje pridelkov, gnojenje s kalijem poveča tudi vsebnost škroba, prav tako pa povečana aplikacija kalija in fosforja zmanjša koncentracijo ne-beljakovinskega dušika (Wang in sod., 2007).

Pri listnati zelenjavi lahko kalij pospeši transport nitrata iz korenin v vrhnje dele rastline, koncentracijo dušika je zato možno zmanjšati z aplikacijo kalijevih gnojil, kar pa je seveda tudi odvisno od vrste rastline in kultivarja (Wang in sod., 2007).

4.1.4 Gnojenje z žveplom

Večina žvepla v zrelem žitu se nahaja v obliki amino kislin, in sicer cistein in metionin. Pomanjkanje žvepla se odraža v pomanjkanju cisteina in metionina s tem pa se zmanjša kvaliteta žita za peko. Zmanjša se tudi njegova biološka oz. prehranska vrednost. Pomanjkanje žvepla pa ne vpliva samo na zmanjšano vsebnost cisteina in metionina, vendar vpliva tudi na zmanjšano vsebnost lizina in treonina, ki spadata med esencialne aminokislino. Analize so tudi pokazale, da je bila vsebnost le-teh aminokislin nizka zaradi pomanjkanja žvepla, ki pa je nastopilo predvsem takrat, ko je bila vsebnost dušika višja. Zato je žveplo pri žitih potrebno, saj omogoča večje pridelke in zagotavlja vsebnost pomembnih amino kislin. Posebej veliko vsebnost žvepla potrebujejo lucerna in oljna ogrščica (Leskošek in Mihelič, 2002).

Koruzna vsebuje velik delež aminokislin, ki vsebujejo žveplo, zato se predvideva, da bi zmanjšanje dostopnosti žvepla zmanjšalo tudi samo kvaliteto pridelka (Leskošek in Mihelič, 2002).

Oljna ogrščica potrebuje veliko žvepla, saj bi kakršnokoli pomanjkanje lahko privedlo do zmanjšanja pridelka in do zmanjšanja same kvalitete. Pomanjkanja žvepla navadno nastopijo v stadiju cvetenja. Na območjih, kjer pretirano gnojijo z dušičnimi gnojili je izčrpavanje žvepla še večje in s tem se pomanjkanje žvepla še poveča, posledice pa so vidne v vseh rastnih stadijih. Pomanjkanju žvepla pri oljni ogrščici se lahko izognemo z gnojenjem ob samem sajenju ter tako preprečimo pomanjkanje. Žveplo poveča tudi vsebnost olja ne vpliva pa na vsebnost beljakovin (Wang in sod., 2007).

Gomoljnice niso ravno rastline, ki zahtevajo veliko dostopnost žvepla, vendar pa pripomore k večjim pridelkom in vsebnosti škroba v krompirju, analize so tudi tukaj pokazale, da v primeru pomanjkanja žvepla stopnja vsebnosti aminokislin kot so cistein in metionin pada (Wang in sod., 2007).

4.1.5 Gnojenje z mikroelementi

Ugotovljeno je bilo, da če gnojimo tla, ki so siromašna s cinkom s cinkovimi gnojili v času sajenja, koncentracija cinka v žitih zelo naraste. Vsebnost cinka, joda, selena in drugih mikroelementov naraste ob dodajanju ustreznih mineralnih oblik. Gnojila, ki vsebujejo železo, so pogostokrat neučinkovita, ker v tleh zelo hitro oksidirajo, so slabo mobilna v floemu in prav zaradi teh razlogov ne povečajo vsebnosti železa v rastlinah (Graham in sod., 2012).

Elementi, kot so, železo, cink, magnezij, bor, baker, molibden, nikelj in klor so pomembni za rast rastlin in tudi za normalno delovanje ljudi in živali. Večina kmetijskih površin ne vsebuje dovolj mikroelementov, še posebno kritična so nekatera azijska območja, kjer prevladujejo apnenčasta tla, zato veliko ljudi trpi zaradi pomanjkanja železa, cinka in joda (Graham in sod., 2012).

Zato je najbolj učinkovito dodajanje mikrohranil z NPK gnojili. Povečanje vsebnosti določenih mikrohranil v semenih lahko poveča vigor, toleranco na stres, odpornost na bolezni in pridelke. Mikroelementi so esencialni, čeprav so zastopani v manjših koncentracijah. Mikroelementi aktivirajo okoli sto encimov v rastlinah, pomembni so pri sintezi DNK in RNK in še pri mnogih drugih procesih, zato jih je potrebno dodajati predvsem tistim tlem, kjer je prisotno pomanjkanje le-tega, saj z njimi ohranjamo organizme v ravnovesju (Graham in sod., 2012).

4.1.6 Gnojenje z borom

Gnojenje z borom igra predvsem pomembno vlogo pri gojenju sladkorne pese, cvetače, oljne ogrščice ter tudi vinske trte. Simptomi pomanjkanja bora nastopijo navadno šele ob tvorbi strokov (oz. drugih generativnih organov pri drugih rastlinah), in sicer nastanejo marmorirana znamenja. Pomanjkanje bora tudi povzroči, da rastlina kasneje dozori in zadržuje rastlino v fazi nedeterminantne rasti. V tkivih oljne ogrščice naj ne bi bilo manj kot 20-30 mg B kg⁻¹, če hočemo imeti velike in kvalitetne pridelke. Zato je potrebno oljni ogrščici dodajati bor v vseh rastnih fazah, če hočemo, da se rastlina optimalno razvija. Pomanjkanje bora največkrat nastopi na peščenih tleh. Bor v večini primerov nanašamo na tla, zelo učinkovito pa je tudi foliarno gnojenje še posebej v primerih, ko je dejavnost korenin omejena (Čeh, 2005).

4.1.7 Gnojenje s kalcijem

Nekrotične spremembe pri krompirju zmanjšajo njegovo kvaliteto, le-te so lahko posledice vlage, genetske zasnove in agronomske prakse. Vendar pa večina nekrotičnih sprememb nastane zaradi pomanjkanja kalcija. Poskusi v rastlinjakih so pokazali, da aplikacija kalcija poveča koncentracijo kalcija v gomoljih in na ta način se je zmanjšala prisotnost nekrotičnih sprememb. Analize so pokazale, da je aplikacija mavca z (Ca(NO₃)₂) gnojilom povečala koncentracijo kalcija v krompirju. Pozorni pa moramo biti na to, da krompirja ne gnojimo z CaCl₂ gnojili, saj vsebujejo klor, na katerega je krompir zelo občutljiv; simptomi se pokažejo že, ko koncentracija klora v substratu prekorači vrednost 0,2 % (Wang in sod., 2007).

4.1.8 Gnojenje plodovk

Plodovke, kot so paradižnik, kumarice, paprika in jajčevci, vsebujejo malo ali skoraj nič nitratov, vendar lahko aplikacija kalija, dušika in fosforja vpliva na količino pridelkov, na komercialno in hranilno kvaliteto. Po floemu teh rastlin se prenaša zelo malo nitrata, zato aplikacija dušika ni toliko nevarna, da bi prišlo do akumulacije nitrata v plodovih. Lahko pa povečana aplikacija dušika poveča vsebnost aminokislin. Velike količine dodanega dušika lahko povzročijo tudi zmanjšanje vsebnosti vitamina C, topnih sladkorjev, vsebnosti magnezija in kalcija, prav tako zmanjša vsebnost topnih trdnih snovi v paradižniku. Pri kumaricah pa lahko vsebnost železa in mangana povečamo z NPK gnojili (Wang in sod., 2007).

4.1.9 Učinki dodatnih kmetijskih ukrepov

4.1.9.1 Obdelava tal in kolobar

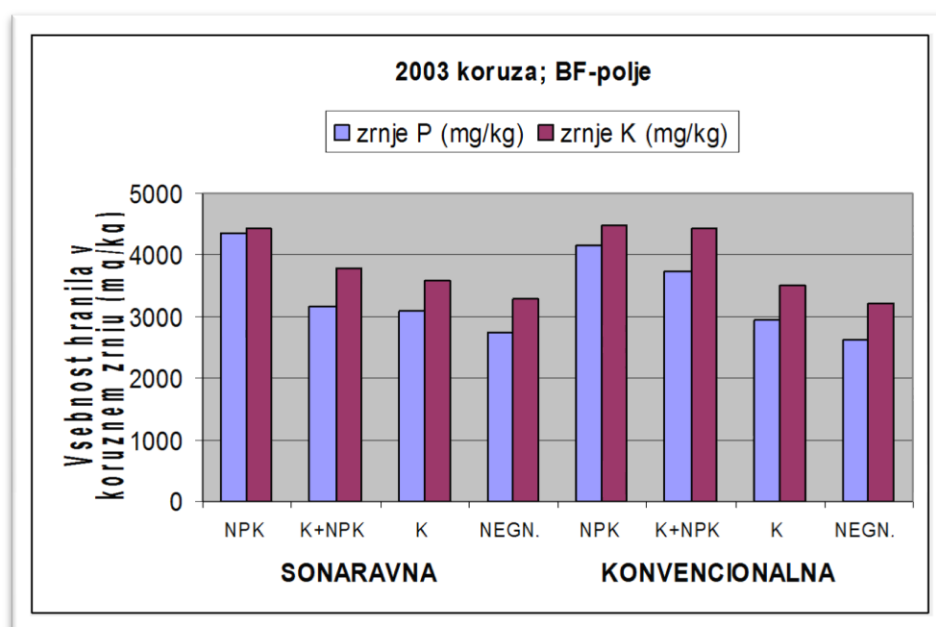
Obdelava tal vpliva na vlago v tleh, zračenje, dostopnost hranil ter temperaturo. S tem pa lahko pozitivno vpliva na količino pridelkov in na njihovo hranilno kvaliteto. Pri obdelavi tal sta pomembna predvsem dve obliki obdelave tal, in sicer sonaraven način, kjer poteka setev s posebno sejalnico brez predhodne obdelave in pa konvencionalen način, kjer se tla obdeluje z oranjem, brananjem ter z predsetveno obdelavo. V zadnjem času se vse več kmetov odloča za minimalno obdelavo tal brez oranja, zlasti na bolj sušnih območjih Severne Amerike in v nekaterih področjih Evrope. Manjša intenziteta obdelave, spuščanjem vsaj dela rastlinskih ostankov na površini tal, naj bi zmanjšala erozijo prsti, zadrževala naj bi vlago v tleh, izboljšuje vsebnost organske snovi v tleh, prihranilo delo, gorivo in stroške popravil. Nekatera poročila nakazujejo, da manjša intenziteta obdelave tal brez oranja vpliva na zmanjšanje hranilne vsebnosti pridelkov, še posebej dušika. Vsebnost proteinov pri žitih naj bi bila zmanjšana zaradi manjše obdelave tal, povečana naj bi bila pri konvencionalni obdelavi tal. Bili so izvedeni poskusi, s katerimi so dokazali, da minimalna uporaba obdelava tal povečuje imobilizacijo dušika. Dokazano je tudi bilo, da so bili pridelki ječmena in privzem dušika manjši pri obdelavi tal brez oranja. Manjši pridelki in manjši privzem dušika je bil prisoten tudi na zemljišču, ki je bilo pokrito s slamo. Velik pridelek in velik privzem N se je na slednjih pojavil le ob velikih odmerkih dušika, kar lahko pojasnimo s povečano imobilizacijo dušika z mikroorganizmi, ki se nahajajo v slami (Wang in sod., 2007).

Podatki pridobljeni v Sloveniji, in sicer na lokacijah laboratorijskega polja BF in laboratorijskega polja v Moškanjcih so pokazali, da so bili pridelki pri sonaravno obdelanih tleh manjši, zaradi slabše dostopnosti hranil, kar pa je odvisno tudi od tipa tal. Tako so za sonaravno obdelavo tal primernejša lažja, bolj skeletna in dobro odcedna tla. Ne smemo zanemariti tudi vpliva klime, ki lahko še dodatno oteži obdelavo tal, še zlasti v primeru, ko imamo težka tla in veliko količino padavin.



Slika 1: Obdelava tal brez oranja (Hrastar, 2012)

Podatki, o tem kako obdelava tal vpliva na vsebnost hranil so bili prav tako pridobljeni v Sloveniji, in sicer izvedene so bile analize za dušik, fosfor in kalij. Raziskave so pokazale, da sistemi obdelave ne vplivajo na vsebnost zgoraj navedenih elementov. Vsebnost hranil je največkrat odvisna od količine hranil, ki jih dodamo z gnojenjem (Mihelič in sod., 2005; Sl.2).



Slika 2: Vsebnost hranil v zrnju pri različnih obdelavah tal (Mihelič in sod., 2005)

Pri konvencionalni obdelavi tal je bila povečana tudi mikrobnna biomasa, predvsem zaradi oranja in gnojenja, saj z oranjem razdremo humusno-glinene komplekse, povečamo zračnost tal, s tem pa posledično povečamo tudi mikrobnno aktivnost (Mihelič in sod., 2005).

Med pomembnejše agronomske postopke za izboljšavo kakovosti in količine pridelkov pa sodi tudi kolobar. Z njim se lahko izognem številnim nevšečnostim, kot so pojav bolezni, talnih škodljivcev, uničevanje strukture tal. Lahko pa tudi izboljšamo kakovost pridelkov. Tako imamo lahko kolobar žit s stročnicami, ki zelo učinkovito obogatijo tla z dušikom (Wang in sod., 2007).

4.1.10 Ekološko kmetovanje

Dandanes se vse več kmetov odloča za ekološko kmetovanje, saj povpraševanje po zdravi hrani zelo narašča. Javnost vse več opozarja na uporabo pridelkov, ki so pridelani brez uporabe pesticidov, herbicidov in brez uporabe sintetičnih gnojil in drugih kemikalij, ki bi lahko ogrozile naše zdravje in povzročile onesnaževanje okolja. Pri ekološkem kmetovanju se za gnojenje uporabljajo živalski in rastlinski odpadki, kamninske moke, nekatera manj prečiščena mineralna gnojila kot so kalijeva sol, fino mleti mehki fosfati, apnenec, dolomit ter mlete vulkanske kamnine. Prisoten je tudi kolobar za nadzor širjenja bolezni in plevelov. Pridelki pridelani z ekološkim kmetovanjem naj bi imeli boljši okus, več vitaminov in mineralov, kot hrana pridelana po načinu konvencionalne pridelave (Wang in sod., 2007).

Vendar pa so poljski poskusi in poskusi v rastlinjakih pokazali, da temu vedno ni tako. Poskusi v rastlinjakih so pokazali, da so paradižniki gojeni na organskih substratih vsebovali veliko več kalcija in vitamina C, vendar so imeli manj železa kot paradižniki gojeni na hidroponiki. Koncentracija fosforja in kalija je bila pri obeh načinih gojenja približno enaka (Wang in sod., 2007). Raziskave pri zelju in korenju so pokazale, da se količina pridelka in vsebnost vitaminov nista razlikovali pri gnojenju z organskimi ali mineralnimi gojili. Razlikovale pa so se vsebnosti Mg, S, Cu in B pri korenju in N ter Mn in Zn pri zelju, ki so bile pri ekološkem gnojenju večje (Wang in sod., 2007). Pri poljskem poskusu so uporabili dve parceli, pri čemer so pri eni uporabili pesticide, apno in NPK gnojila, pri drugi pa samo organska gnojila in apno. Pokazali so, da so bili pridelki in vitamin C pri krompirju na obeh parcelah enaki, medtem ko je bil pridelek koruze večji na konvencionalni parceli, ni bilo pa razlike v vsebnosti vitaminov C in E. Ekološki posegi so zelo povečali vsebnost kalija pri krompirju in koruzi ter vsebnost mangana pri koruzi in vsebnost cinka pri krompirju. Ostali elementi pa so bili pri ekološkem delu poskusa prisotni v manjših koncentracijah. Manjša pa je bila tudi vsebnost proteinov (Wang in sod., 2007).

Potrebno je še povedati, da je hrana pridelana na konvencionalen način celo bolj varna od hrane pridelane na ekološki način, saj je bilo že več primerov zabeleženih, ko so morali iz prodaje umakniti ekološke pridelke zaradi prevelike vsebnosti mikotoksinov. V ekološkem kmetijstvu se uporabljajo pripravki za varstvo rastlin, ki vsebujejo žveplo in baker. Slednja pa se največkrat uporabljata v dokaj velikih odmerkih, kar lahko kakovost ekološko pridelane hrane postavi pod vprašaj (Bohanec, 2012).

4.1.11 Vlaga v tleh

Tudi vlaga v tleh ima velik vpliv na kvaliteto in na količino pridelkov. Tako ima neposreden vpliv na fiziološke in biokemične procese v rastlinah in posreden, da vpliva na dostopnost hranil v tleh. Vlaga v tleh najbolj vpliva na količino zrnja in na vsebnost beljakovin. V sušnih območjih so omejitve z vodo najpogostejši omejujoči faktor za doseganje visokih pridelkov zrnja. Povečanje dostopnosti vode privede do večjih pridelkov, vsebnost proteinov pa naraste samo v primeru aplikacije dušika. Pri močnih sušnih stresih lahko aplikacija dušika poveča vsebnost beljakovin v zrnju. Znanstvene raziskave so pokazale, da je bil s primernim namakanjem glavni učinek aplikacije dušika povečana količina pridelka, medtem, ko je bil pri primanjkljaju vode glavni učinek aplikacije dušika povečana vsebnost proteinov. Vplivi vlage na pridelek pa so tudi močno odvisni od faze rasti v kateri se rastlina nahaja (Wang in sod., 2007).

4.1.12 Gospodinjski in industrijski odpadki

Gospodinjstva in industrija proizvedejo na letni ravni zelo veliko odpadkov, zato se jih vse več odlaga na kmetijske površine. Ti odpadki pa lahko vsebujejo kovinske, organske in anorganske snovi, onesnažila in druge toksične snovi kot so As, Hg, Pb, Cd, Mn, Cr, Cu in patogene organizme. Večina od naštetih snovi niso biorazgradljive in se lahko akumulirajo v rastlinah in tako preidejo v prehranjevalno verigo in negativno vplivajo na zdravje rastlin in živali. Lahko pa povišajo raven nekaterih esencialnih elementov. Bilo je izvedenih nekaj poskusov, ki so pokazali povečane koncentracije Fe, Zn in Cu pri paradižniku, vendar niso bili v tolikšnih koncentracijah, da bi bili toksični, povečan je bil tudi pridelek paradižnika (Wang in sod., 2007).

4.1.13 Žlahtnjenje rastlin

Žlahtnjenje rastlin je tista dejavnost, zaradi katere smo prišli do zelo bogatega sortimenta. Pomembno je za pridobivanje odpornosti na različne bolezni, povečanje velikosti in oblik plodov ter za povečanje kmetijske produktivnosti. Nikakor pa ne smemo pozabiti na pomembnost hranilne vsebnosti in kvalitete pridelkov. Tako se na primer koncentracija kalcija razlikuje kar za dva krat med posameznimi kultivarji fižola. Koncentracija železa in cinka v pšenici se je v štiridesetih letih spremenila kar za 20 %, količina pridelkov pomembnih poljščin pa se je v zadnjih stotih letih povečala kar za petkrat. Ni pa vedno mogoče imeti visoke pridelke in visoko vsebnost beljakovin, lahko pa imamo visoke pridelke in visoke vsebnosti nekaterih mikro in makro elementov, tako se na primer koncentracija železa pri pšenici ni zmanjšala, čeprav so bili doseženi relativno veliki pridelki. Podobno velja tudi za fižol (Bohanec, 2012).

4.1.14 Genski inženiring

Zelo pomemben postopek žlahtnjenja je tudi genski inženiring, kjer gre za vnos posamičnih genov v sodobne sorte, ki pa v tem organizmu povzročijo neko novo lastnost. Zadnje čase so slednji postopki zelo pomembni pri povečanju količine pridelkov in njihove kakovosti, in sicer na ta način, da se poveča odpornost na vodni stres, bolezni in škodljivce. Prav sodobne sorte so tiste, ki lahko zmanjšajo uporabo gnojil, herbicidov in pesticidov in s tem omogočijo varstvo ljudi, živali in okolja. Z gensko spremenjenimi poljščinami bi lahko pomagali ljudem, ki živijo na območjih, kjer primanjkuje določenega hranila in se zaradi tega soočajo s številnimi zdravstvenimi težavami. Tako na jugovzhodu Azije primanjkuje provitamina A, kar bi z lahkoto lahko rešili z gensko spremenjenim rižem, ki vsebuje povečano vsebnost provitamina A (Bohanec, 2012).

Primer iz Japonske nakazuje, kako so riž transformirali tako, da je dosegal večje vsebnosti železa. To so dosegli tako, da so gene, ki nadzirajo sintezo fitoferitina, ki je protein z veliko vsebnostjo železa pri soji, vstavili v genom riža. Seveda je tudi veliko nasprotnikov, ki nasprotujejo gensko spremenjeni hrani, saj naj bi le-ta vplivala na ekološko ravnovesje in na varnost hrane. Vsekakor pa bi lahko z gensko spremenjenimi rastlinami odpravili marsikatero težavo na dokaj varen način, mnogi primeri nakazujejo na pozitivne učinke gensko spremenjenih poljščin, zavedati pa se moramo, da je težko zagotoviti, da te inovacije ne bodo v prihodnosti povzročile težave (Bohanec, 2012).

5 VPLIV KOLIČINE PRIDELKA NA KAKOVOST HRANE

Dandanes se vse pogosteje pojavlja dilema, da ni možno imeti velikih in hkrati kakovostnih pridelkov. Za večino poljščin in ekosistemov je to žal res neizvedljivo. Še posebej, če je pri kakovosti hrane poudarek na vsebnosti hranil in okusu. Sistemi z visoko produkcijo so tudi bolj občutljivi na različne škodljivce, kar privede do povečane aplikacije pesticidov. Nekatere raziskave so pokazale, da pridelki pri konvencionalnem kmetijstvu rastejo hitreje, dosežejo večjo velikost in imajo nižjo vsebnost vsaj nekaterih hranilnih elementov, nekatero sadje in zelenjava imajo večje celice, ki pa vsebujejo manj sekundarnih metabolitov, celične stene pa so bolj prepustne za viruse (Benbrook, 2009).

Novejše raziskave so tudi pokazale, da ohranitvena obdelava tal izboljšuje kakovost tal, in sicer rastlinski ostanki na površini tal zmanjšujejo udarno silo nalivov ter evaporacijo ter s tem tudi posledično vpliva na kakovost pridelkov, ohranja organsko snov v tleh, poveča se delež srednjih por s tem tudi rastlinam dostopna kapaciteta tal za vodo (Mihelič, 2012). Raziskave na Univerzi v Kaliforniji pa so pokazale, da so paradižniki gojeni z ekološko pridelavo vsebovali več flavonoidov. Preveč lahko dostopnih hranil, kot je dušik, lahko zmanjšajo hranilno vsebnost pridelkov, okus in zdravje rastlin. Ekološko kmetovanje naj bi bilo v prednosti predvsem pri uporabi pesticidov in pri biotski raznovrstnosti različnih organizmov nad in pod zemljo, ne smemo pa zanemariti dejstva, da ekološki kmetovalci namesto sintetičnih škropiv uporabljajo škropiva, ki vsebujejo baker in žveplo, ki pa lahko prav tako negativno vplivajo na okolje in na potrošnike (Bohanec, 2012). Bohanec (2012) tudi navaja, da se hrana pridelana na konvencionalen način po kakovosti ne razlikuje od hrane pridelane na ekološki način.

Tako ne moremo enoznačno trditi, da ekološko kmetijstvo, ki proizvaja manjše količine pridelkov, da so ti tudi bolj kakovostni in za uporabo potrošnikov nenevarni, kar je razvidno iz zgoraj navedenih podatkov. Prav tako so raziskave pokazale, da konvencionalno kmetijstvo, ki proizvaja velike pridelke, praviloma ne prideluje živil slabše kakovosti. Pridelki iz konvencionalnega kmetijstva prav tako vsebujejo esencialne elemente (Wang in sod., 2007).

6 SKLEPI

V javnosti večkrat naletimo na razprave o tem, kako intenzivno kmetijstvo proizvaja hrano, ki ne vsebuje dovolj mikro in makro elementov, vitaminov ter antioksidantov, ali pa celo, da je nevarna za naše zdravje, tak način kmetovanja pa naj bi bil okolju škodljiv.

Raziskave so pokazale, da naj bi dodajanje hranil v obliki gnojenja, pozitivno vplivale na vsebnost beljakovin pri žitih, ki je močno pogojena z dostopnostjo dušika v tleh. Še posebej učinkovito pa je foliarno dodajanje dušika, saj ni odvisno od stanja tal. Dodajanje fosforja vpliva na razvoj korenin in poveča sprejem dušika, kar lahko privede do povečanja vsebnosti beljakovin v žitih. Tudi dodajanje ostalih elementov je imelo pozitiven vpliv na kakovost poljščin, pri gnojenju plodovk pa je pri večji aplikaciji dušika prišlo do zmanjšanja vsebnosti vitamina C, magnezija, kalcija ter vsebnosti topnih sladkorjev. Pri gnojenju je predvsem potrebno paziti, da se ne dodaja prevelike količine hranil, saj se na ta način lahko akumulirajo v rastlinah in preidejo v prehranjevalno verigo in imajo lahko toksičen učinek na okolje in ljudi.

Pomembne vplive na kakovost hrane pa imajo tudi drugi agronomski postopki, kot so obdelava tal in kolobar. Znano je, da manjša intenziteta obdelave tal z oranjem zmanjša vsebnost proteinov v žitih, ker se na ta način zmanjša mineralizacija dušika. Podatki pridobljeni v Sloveniji pa so pokazali, da obdelava tal na sonaraven način in na konvencionalen način nimata vpliva na hranilno vsebnost hrane, vsaj kar se tiče vsebnosti dušika, fosforja in kalija. Imata pa nekatere pozitivne vplive na lastnosti tal.

H kakovosti pridelkov prav tako prispevajo vlaga v tleh, dodajanje industrijskih in gospodinjskih odpadkov ter zlahtnjenje rastlin. Pri gospodinjskih in industrijskih odpadkih moramo biti pozorni, da ne pride do prevelikega nanosa elementov, ki so lahko toksični za

rastline in okolje, saj lahko tudi na ta način izboljšamo kakovost pridelkov in tudi njihovo količino, to je bilo pokazano na primeru paradižnika, ki je imel povečano vsebnost železa.

Pomembno vlogo pa ima tudi žlahtnjenje rastlin, saj lahko na ta način pridobimo rastline, ki so bolj bogate z določenimi elementi ter na ta način učinkovito delujemo v primeru različnih obolenj, ki nastopijo v primeru pomanjkanja le-teh.

Težko je trditi, da je ekološko pridelana hrana bolj kakovostna od intenzivno pridelane, saj eden od elementov kakovosti hrane tudi ta, da je hrana neokužena s patogeni, kar pa je pri ekološko pridelani hrani velikokrat ravno nasprotno. Tudi vsebnost hranil naj bi bila po mnenju nekaterih strokovnjakov pri obeh načinih pridelave enaka. Prednost intenzivne pridelave je tudi, da lahko gojimo rastline, ki so nastale z genskim inženiringom in imajo višjo vsebnost določenih elementov, pri tem pa dosegajo tudi velike pridelke.

7 VIRI

- Benbrook C. 2009. The impacts of yield on nutritional quality: lessons from organic farming. *Hortscience*, 44, 1: 12-13
- Bohanec B. 2012. Na običajen način pridelana hrana je enako ali bolj varna od ekološke. *Reporter*, 5, 37: 56-63
- Bohanec, B. 2012. Želimo pridelovati le tuje ali tudi slovenske sorte? *Delo Sobotna Priloga*, 54, 190: 16-17
- Čeh B. 2005. Bor v prehrani poljščin. *Kmetovalec*, 73, 11: 6-8
- Graham R. D., Knez M., Welch R. M. 2012. How much Nutritional iron deficiency in humans globally is due to an underlying zinc deficiency. *Advances in Agronomy*, 115: 3-5
- Hornick S. B. 1992. Factors affecting the nutritional quality of crops. *American Journal of Alternative Agriculture*, 7: 63-68
- Hrastar K. 2012. Obdelava tal vse pomembnejša. Ljubljana, *Kmečki glas*.
http://www.kmeckiglas.com/index.php?option=com_content&task=view&id=4914&Itemid=109 (september 2012)
- Leskošek M., Mihelič R. 2002. Žveplo kot gnojilo. *Sodobno kmetijstvo*, 35, 11: 488-492
- Lobnik F., Mihelič R., Pačnik T., Ruprecht J., Grčman H., Zupan M., Hodnik A., Udovč A., Perpar A. 2005. Sonaravni sistemi obdelave tal za tehnološko učinkovito in okolju prijazno kmetijstvo (poljedelstvo): zaključno poročilo o rezultatih opravljenega raziskovalnega programa (CRP) "Konkurenčnost Slovenije 2001-2006". Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 49 str.
- Malakouti M. J. 2008. The effect of micronutrients in ensuring efficient use of macronutrients. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32: 215-220
- Mengel K., Kirkby E. A. 2001. Principles of plant nutrition. *Annals of Botany*, 93, 4: 479-480
- Mihelič R. 2012. Ohranitvena (konzervacijska) obdelava tal. *Kmečki glas*, 69, 19: 10
- White P.J., Brown P.H. 2010. Plant nutrition for sustainable development and global health. *Annals of Botany*, 105: 1073-1080
- Wang Z. H., Li S. X., Malhi S. 2008. Effects of fertilization and other agronomic measures on nutritional quality of crops. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88: 7-23
- Zemljič D. 2011. Belo haljo si zasluži kmet, ne zdravnik. *Kmečki glas*, 52: 14

ZAHVALA

Za pomoč, nasvete in prijaznost pri izdelavi diplomskega projekta se zahvaljujem mentorju doc. dr. Roku MIHELICU.

Za pregled diplomskega dela pa se zahvaljujem recenzentu doc. dr. Draganu ŽNIDARČICU.