

Mestna občina Celje
Komisija Mladi za Celje



PRIMERJAVA BIOLOŠKO IN INDUSTRIJSKO PRIDOBLENEGA SADJA TER ZELENJAVE

RAZISKOVALNA NALOGA

AVTOR

Nejc Poprijan

MENTOR

Mihela Jug, univ. dipl. inž. kem. teh.

Celje, 2015

ŠOLSKI CENTER CELJE
SREDNJA ŠOLA ZA KEMIJO, ELEKTROTEHNIKO IN RAČUNALNIŠTVO
POT NA LAVO 22, CELJE



PRIMERJAVA BIOLOŠKO IN INDUSTRIJSKO PRIDELANEGA SADJA TER ZELENJAVE

RAZISKOVALNA NALOGA

Področje: kemija



Avtor:

Nejc Poprijan, K-4.a

Mentorica:

Mihela Jug, univ. dipl. inž. kem. teh.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2015

KAZALO

KAZALO VSEBINE:

1 POVZETEK	3
2 UVOD.....	4
3 SADJE IN ZELENJAVA.....	5
3.1 SADJE	5
3.2 ZELENJAVA.....	6
3.3 DUŠIK	6
3.4 FOSFOR	7
3.5 ŽVEPLO.....	8
3.6 KLOR	8
3.7 NATRIJ.....	8
3.8 KALIJ.....	9
4 KMETIJSTVO	10
4.1 UMETNA GNOJILA	10
4.2 EKOLŠKO KMETIJSTVO	10
4.3 IDUSTRIJSKO KMETIJSTVO	10
5 ANALIZNI POSTOPKI	11
5.1 ŽARJENJE.....	11
5.2 PLAMENSKA FOTOMETRIJA.....	11
5.3 IONSKA KROMATOGRFIJA	12
6 LABORATORIJSKO DELO	13
6.1 INVENTAR	13
6.2 KEMIKALIJE	14
6.3 DELO	14
6.4 MERITVE IN RAČUNI	16
6.5 REZULTATI.....	24
7 ZAKLJUČEK	31
8 ZAHVALA.....	33
9 LITERATURA	34

KAZALO SLIK IN TABEL

Slika 1: PREHRANJEVALNA PIRAMIDA	4
Slika 2: SADJE	5
Slika 3: ZELENJAVA.....	6
Slika 4: UMETNA GNOJILA.....	10
Slika 5: PLAMENSKI FOTOMETER.....	11
Slika 6: IONSKI KROMATOGRAM	12
Slika 7: DELOVANJE PLAMENSKEGA FOTOMETRA	15
Slika 8: SEŽIG	15
Tabela 1: MASE VZORCEV PRED ŽARJENJEM	16
Tabela 2: VOLUMEN OSNOVNE RAZTOPINE ZA UMERITVENO KRIVULJO IN VREDNOSTI IZMERJENE EMITIRANE SVETLOBE	17
Tabela 3: EMITIRANA SVETLOBA ZA NATRIJEV ION V VZORCIH	18
Tabela 4: KONCENTRACIJE Na ⁺ V 100 ML RAZTOPINE S PREŽARJENIMI VZORCI	19
Tabela 5 : VOLUMEN OSNOVNE RAZTOPINE ZA UMERITVENO KRIVULJO IN VREDNOSTI EMITIRANE SVETLOBE	20
Tabela 6 : EMITIRANA SVETLOBA ZA KALJEV ION V VZORCIH	21
Tabela 7 : REZULTATI IZ UMERITVENE KRIVULJE (mg K ⁺ /100mL)	22
Tabela 8 : KONCENTRACIJE ANIONOV PO IONSKI KROMATOGRAFIJI.....	22
Tabela 9 : REZULTATI KATIONOV IN ANIONOV V MG/100 g ŽIVILA	23
GRAF 1: Mineraliv bio zelje in trg zelje	24
GRAF 2 : Minerali v bio kivi in trg kivi	24
GRAF 3 : Minerali v bio jabolko in trg jabolko	25
GRAF 4 : Minerali v bio krompir in trg krompir	25
GRAF 5 : Minerali v bio rumeno korenje in trg rumeno korenje	26
GRAF 6 : Minerali v bio rdeča pesa in trg rdeča pesa	26
GRAF 7 : Minerali v bio česen in trg česen	27
GRAF 8 : Minerali v bio por in trg por	27
GRAF 9: Vsebnost natrijevih ionov v mg na 100 gramov sadja in zelenjave	28
GRAF 10: Vsebnost kalijevih ionov v mg na 100 gramov sadja in zelenjave	28
GRAF 11: Vsebnost kloridnih ionov v mg na 100 gramov sadja in zelenjave	29
GRAF 12: Vsebnost fosfatnih ionov v mg na 100 gramov sadja in zelenjave	29
GRAF 13: Vsebnost sulfatnih ionov v mg na 100 gramov sadja in zelenjave	30

1 POVZETEK

Ključne besede: sadje, zelenjava, minerali, industrijska in ekološka pridelava hrane, plamenska spektrometrija, ionska kromatografija

Sadje in zelenjava sta zelo pomembna v naši prehrani. Sveže sadje in zelenjava pripomoreta k dobremu zdravju in vitalnosti. Dajeta nam mnogo vitaminov, mineralov, balastnih snovi, sadnih kislin in encimov. Splošno znano je, da sta doma pridelana sadje in zelenjava bolj zdrava kot njuna proizvodnja v intenzivnem kmetijstvu. Ekološka pridelava prepoveduje uporabo mineralnih gnojil, ki pa jih v intenzivnem kmetijstvu zaradi večjega in lepšega pridelka redno uporabljajo. V svoji nalogi sem želel primerjati vsebnost mineralov v sadju in zelenjavi iz domačega vrta in v intenzivnem kmetijstvu. Predvideval sem, da industrijsko pridelana sadje in zelenjava, zaradi dodajanja umetnih gnojil, vsebujeta več mineralov kot pridelana po ekološki metodi. S plamensko spektrometrijo sem analiziral prisotnost kalijevih in natrijevih ionov v različnih vrstah sadja in zelenjave. Za analizo anionov (kloridnih, fosfatnih, sulfatnih, nitratnih in nitritnih) pa sem uporabil ionsko kromatografijo. Pri raziskavi sem ugotovil, da je več ionov v sadju in zelenjave množične pridelave.

Keywords: fruits, vegetables, minerals, industrial and ecological food production, flame spectrometry, ion chromatography

Fruits and vegetables are very important in our food. Fresh fruit and vegetables contribute to good health and vitality. They give us a lot of vitamins, minerals, fiber, fruit acids and enzymes. It is widely known that home grown fruit and vegetables are healthier than their production in intensive agriculture. Organic farming prohibits the use of mineral fertilizers, but by intensive farming due to a larger and more beautiful crop it is regularly in use. In my thesis I wanted to compare the mineral content in fruits and vegetables from my own garden and in intensive agriculture. I assumed that industrially produced fruits and vegetables, due to the addition of artificial fertilizers contain more minerals than produced by organic methods. By flame spectrometry, I analyzed the presence of potassium and sodium ions in different types of fruit and vegetables. For the analysis of anions (chloride, phosphate, sulfate, nitrate and nitrite), I used ion chromatography. In my research I have found that there is the more ions in fruits and vegetables in mass production.

2 UVOD

Sodobna prehranska piramida obsega šest živil: vodo, zelenjavo, maščobe, sadje in žitarice, meso in ribe ter sladkor. Takoj za vodo je priporočljivo zaužiti veliko količino zelenjave, nekoliko manj pa sadja. Sadje in zelenjava sta bogata z vlakninami, vitamini in minerali.



Slika 1: PREHRANJEVALNA PIRAMIDA [9]

Sadje in zelenjavo lahko pridelujemo na različne načine: od ekološke pridelave, kjer je prepovedana uporaba mineralnih gnojil in kemično – sintetičnih sredstev za varstvo rastlin, do industrijsko intenzivnega kmetijstva, ki teži k čim večjemu dobičku s čim manjšimi stroški. Da to dosežejo uporabljajo zelo veliko kemičnih snovi, med njimi tudi mineralnih gnojil. [5] V svoji nalogi sem želel ugotoviti vpliv načina pridelave sadja in zelenjave na njuno vsebnost mineralov.

Postavil sem naslednjo hipotezo: **glede na to, da se v intenzivnem kmetijstvu zemlji dodajajo mineralna gnojila, je vsebnost mineralov v tako pridelani zelenjavi in sadju večja kot v ekološkem kmetijstvu.**

Pri delu sem uporabil dve metodi. V šolskem laboratoriju sem lahko uporabil plamenski fotometer, na katerem sem imel možnost določiti prisotnost in koncentracijo kalijevih in natrijevih ionov. Plamenska fotometrija temelji na vzbujanju atomov z energijo plamena. Barva plamena je odvisna od vrste atomov, intenziteta pa od koncentracije. Z ionsko kromatografijo, ki je tekočinska kromatografija visoke ločljivosti, pa sem določal prisotnost anionov (fosfatov, nitratov in nitritov, kloridov in sulfatov).

3 SADJE TER ZELENJAVA

3.1 SADJE [2]

Sadje je plod različnih dreves in grmov. Večino lahko uživamo surovo, brez predhodne priprave. Sadje ima običajno več sladkorja, kot zelenjava in raste na rastlinah, ki zdržijo več let. Nastaja iz cveta rastlin. Največ vitaminov vsebuje popolnoma nepredelano sadje, s kakršno koli predelavo se uničijo. Zaužili naj bi ga čim več, kot del obroka ali samostojno. Energijska vrednost je nizka, ima veliko vsebnost vode in malo beljakovin ter maščob. Skupaj z zelenjavo sodi med vitaminsko mineralna živila. V sadju veliko je vitaminov, balastnih snovi, sadnih kislin in mineralov. Delež se pri različnih sadežih razlikuje. Največ je vode (70-95%), ogljikovih hidratov (5-20%), sadnih kislin (0,1-5%), esencialnih aminokislin, lipidov, vitaminov in mineralov.

Poznamo različne vrste sadja:

- koščičasto sadje: češnja, breskev, marelica, sliva, višnja, nektarina,
- pečkasto sadje: jabolko, hruška, nektarina, kutina, kaki,
- jagodičasto sadje: borovnica, grozdje, jagoda, malina, ribez, robida,
- lupinasto sadje: oreh, lešnik, kostanj, arašid, mandelj, pistacija,
- agrumi: pomaranča, limona, grenivka, mandarina, limeta,
- drugo južno sadje: kivi, fige, datlji, kokos, rožiči,
- tropsko sadje: banana, ananas, mango, papaja, avokado



Slika 2: SADJE [10]

3.2 ZELENJAVA [2]

Od rastlin ima na ljudi največji vpliva zelenjava. Z njo se hranimo in gradimo telo. Zelo pomembno je, da če želimo moč in kakovost zelenjave, da jo jemo v njeni sezoni. Za njen izkoristek pa je pomembno, da jo uživamo vsak dan. Pri izbiri zelenjave izberemo najboljšo, torej tisto, ki ne vsebuje pesticidov, nitratoov in ima veliko rudnin. Ko jemo hrano, moramo izbrati hrano različnih barv, kot so zelena, rdeča, vijolična, Snovi, ki jih naše telo dobi iz zelenjave, pomagajo pri razstrupljanju, so antioksidanti zaradi prostih radikalov, varujejo pred rakom. Naše telo je zelo kompleksno, zaradi sodobnega načina življenja pa izgublja odpornost. Tu pomagajo barve in arome iz zelenjave. Poleg tega pa so tu še druge snovi, kot so:

- fitioestrogeni,
- zaviralci encimov,
- saponini,
- fitosterini,
- terpeni,
- fenolne kisline.



Slika 3: ZELENJAVA[11]

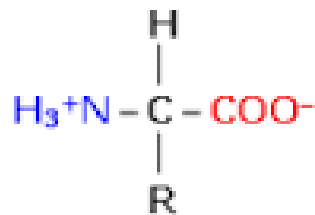
3.3 POMEN DUŠIKA [9]



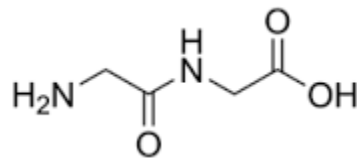
Dušik v človeškem telesu se nahaja v aminokislinah, ki se povezujejo v beljakovine. AMINOKISLINE so najpomembnejše organske dušikove spojine, poznamo jih več kot 1000, prevladuje pa jih 20. Njihova splošna formula je:



Najpreprostejša aminokislina je glicin ali 2-aminoetanojska kislina, ki je med 20 najpogostejšimi. Ker imajo tako amino kot karboksilno skupino, lahko reagirajo kot kislina (oddajo vodikov ion), ali kot baza (sprejmejo vodikov ion), zato pravimo da so amfoterne. V trdnem stanju se nahaja ko ion dvojček, ko gre vodikov ion iz karboksilne skupine v amino skupino. Ta zglada takole:



Aminokislina se s peptidno vezjo povezuje v beljakovine. To se zgodi tako, da se iz dveh aminokislin odcepi voda. Primer, iz dveh glicinov nastane glicilglicin:



3.4 POMEN FOSFORJA [3]

P₄

Fosfor je zelo pomemben za življenje človeka. Najdemo ga v vseh celicah in je zelo pomemben za kosti in zobe. Pomemben je pri pretvarjanju energije v delovanje mišic. Pomemben je pri presnovnih procesih ter za uravnavanje kislosti in bazičnosti.

Količina tega elementa, ki ga potrebuje odrasel človek, je 800 mg, nosečnice in ženske, ki dojijo, pa 1200 mg. Veliko ga je v umetnih pijačah in mesnih izdelkih.

Če ga je preveč, preprečuje absorpcijo železa, kalcija, magnezija in cinka. Največ fosforja vsebujejo stročnice, oreščki in žita. Pokazatelji, da je fosforja v človeškem sistemu premalo, so splošna oslabelost, izguba apetita, bolečine v kosteh, otrplost sklepov, razdražljivost,

oslabele mišice, preobčutljivost kože, otežen govor, tresenje rok, oteženo dihanje, oslabeledost srčne mišice, osteomalacija, slabokrvnost, nagnjenost k infekcijam zaradi slabše funkcije belih krvnih teles, podaljšane krvavitve in podobno.

3.5 POMEN ŽVEPLA [3]



Žveplo je pomembno pri razstrupljanju, saj nase veže različne snovi in jih izloča s sečem. Potrebujemo ga za rast las, kože in nohtov. V hrani dobimo presežke žvepla, saj ga vsebuje vsa zelenjava, predvsem pa oreščki, grah in fižol. Pomanjkanje žvepla ni znano.

3.6 POMEN KLORA [3]



Klor ima skupaj z natrijem vlogo za uravnavanje vode v organizmu. Je del želodčne kisline, pomemben je za delovanje celic. Pridobivamo ga iz soli.

Pomanjkanje klora se izraža v slabi prebavi, šibkosti mišic in krčih ter v motnjah pri delovanju srca.

3.7 POMEN NATRIJA [3]



Natrij je poleg klora pomemben za vzdrževanje vode v sistemu. Pomemben je tudi za vsrkavanje hrane iz prebavil. Dovolj ga je že v hrani, ne da bi je solili, zato je pomanjkanje redko, lahko pa se pojavi zaradi in bolezni ledvic, pojavi se pri zastrupitvi z vodo in pri močnem znojenju.

Simptomi pomanjkanja natrija se odražajo kot povečana nervoznost, pomanjkanje volje, šibkost, nizek krvni tlak, pojavljajo se mišični krči. Trajno pretirano uživanje natrija v obliki kuhinjske soli prispeva k pojavu visokega krvnega tlaka in, posledično, kot bolezni srca in ožilja.

3.8 POMEN KALIJA [3]

K

Kalij sodeluje pri prenosu živčnih impulzov v mišice. Prav tako sodeluje pri uravnavanju vode v telesu. Njegovo sodelovanje je tudi pri uravnavanju krvnega tlaka in srčnega ritma. Vzdržuje kislno-bazično ravnotežje v telesu, pomaga pri delitvi celic in delovanju nekaterih hormonov.

Potrebe po kaliju zadovoljujemo s pestro prehrano. Priporočena količina je od dva do šest gramov na dan. Ravnotežje se uravnava z izločanjem skozi ledvice.

Pomanjkanje, tako kot pri natriju, je redko, saj je tako v živalski in rastlinski hrani. Pojavi se lahko pri ljudeh s preveč enolično in neuravnoteženo hrano. Prvi opozorilni znaki pomanjkanja so utrujenost in oslabeledost mišic. Med simptomi so še srčne motnje, občutek teže in šibkosti v mišicah, upad krvnega tlaka, šibka koncentracija. Večje izgube oziroma potrebe po kaliju lahko opazimo pri nekaterih gastrointestinalnih boleznih in boleznih ledvic, ob uporabi diuretikov, glukokortikoidov in podobno.

4 KMETIJSTVO

4.1 UMETNA GNOJILA [4]

Umetna gnojila so kemična sredstva, ki jih uporabljamo za gnojenje in pospešujejo rast rastlin. Vsebujejo tudi hranila, ki jih rastline potrebujejo za rast in razvoj.

Glavni trije minerali so dušik, fosfor in kalij NPK. Poleg glavnih treh, pa se uporabljajo kot makro elementi v umetnih gnojilih tudi kalcij, magnezij in žveplo.



Slika 4: UMETNA GNOJILA [12]

4.2 EKOLOŠKO KMETIJSTVO [6]

Ekološko kmetijstvo je kmetijstvo, ki je v Sloveniji vedno bolj priljudno. Gre za kmetovanje, ki ne dovoljuje uporabe umetnih gnojil ali katerih koli drugih sredstev, ki bi lahko vplivale na zgradbo sadja in zelenjave. Tako proces deluje tako, da naravne kulture posadimo, zalivamo, plejemo in na koncu imamo pridelek, ki je popolnoma naraven.

4.3 INDUSTRIJSKO KMETIJSTVO [5]

Industrijsko kmetijstvo je množična pridelava sadja in zelenjave, ki je namenjeno prodaji. Da bi se izognili izgubam finančnih sredstev in bi imeli čim več pridelka, uporabljajo različna umetna gnojila in razne insekticide ter pesticide.

5 ANALIZNI POSTOPKI

5.1 ŽARJENJE

Žarjenje je metoda s katero vzorec, ki je v žarilnem lončku izpostavimo visokim temperaturam in s tem odstranimo vodo in gorljive snovi.

5.2 PLAMENSKA FOTOMETRIJA [7]

Plamenska emisijska atomska spektrometrija temelji na vzbujanju atomov z energijo plamena. Le-ti sevajo svetlobo različne barve, ki so pri različnih valovnih dolžinah, zaradi česar lahko sklepamo na prisotnost nekega elementa v vzorcu. Raztopino preizkovanega vzorca razpršujemo v plamen.

Jakost emitirane svetlobe je odvisna od koncentracije elementa, ki ga analiziramo. Na primer natrij žari z značilno rumeno svetlobo. Večjo kot je koncentracija natrijevih ionov, bolj intenzivna je barva plamena.

Za alkalijske kovine je potrebna majhna energija vzbujanja, malo večja za zemeljsko alkalijske kovine, ter še večja za ostale elemente.

Za analizo vzamemo metodo umeritvene krivulje, ali pa Bert-Lambertov zakon.



Slika 5: PLAMENSKI FOTOMETER [13]

5.2 IONSKA KROMATOGRAFIJA [7]

Najpomembnejše metode v analizni kemiji so separacijske. S kromatografijo ločimo vzorec na posamezne komponente. Prednost kromatografskih metod je majhna količina vzorca, ki jo potrebujemo za analizo. Ker je to primerjalna metoda, lahko analiziramo le komponente vzorcev, za katere imamo standarde.

Z občutljivimi sodobnimi napravami za tekočinsko kromatografijo, ki delujejo tako, da ločijo vzorce v koloni in izmerijo njihovo elektro prevodnost za posamezno komponento, lahko z umeritveno krivuljo naredimo kvantitativno analizo.



Slika 6: IONSKI KROMATOGRAFI [14]

6 LABORATORIJSKO DELO

Naredil sem analizo sadja in zelenjave iz dveh različnih virov. Prvi vir je domači vrt, drugi pa trgovina TUŠ. Za analizo kationov natrija in kalija, sem uporabil plamensko spektrometrijo, za analizo anionov pa ionski kromatograf.

6.1 INVENTAR

- a) Zaščitna oprema:
 - halja,
 - nastavek za pipetiranje

- b) Stekljeni inventar:
 - urno steklo
 - čaša, 250 mL
 - steklena palčka,
 - čaša, 100 mL,
 - kvalitativni lij,
 - merilna pipeta, 20 mL
 - 2 merilni bučki, 250 mL
 - 10 merilnih bučk, 100 mL

- c) Ostali inventar:
 - žarilni lončki (za vsak vzorec eden)
 - papir za filtracijo, (eden za vsak vzorec)
 - laboratorijsko stojalo,
 - filtrirni obroč,
 - laboratorijski sušilnik,
 - eksikator,
 - laboratorijska peč,
 - rezalna deska,
 - nož,
 - laboratorijske klešče

- d) Merilna oprema:
 - plamenski spektrometer,
 - ionski kromatograf

6.2 KEMIKALIJE

e) Standardi:

- natrijev klorid, NaCl,
- kalijev klorid, KCl

f) Vzorci:

- bio zelje
- trg zelje
- bio kivi
- trg kivi
- bio jabolko
- trg jabolko
- bio krompir
- trg krompir
- bio rumeno korenje
- trg rumeno korenje
- bio rdeča pesa
- trg rdeča pesa
- bio česen
- trg česen
- bio por
- trg por

6.3 DELO [1]

A. Priprava vzorca:

Vso sadje in zelenjavo stehtam na precizni tehtnici, jih narežem in ponovno stehtam na predhodno stariranem urnem steklu le tisti del, ki ga bom meril. Vzorce dam v sušilnik na 105⁰C za eno uro. Posušene vzorce dam v eksikator. Po hlajenju jih dam v žarilne lončke in v peč na 600⁰C, kjer jih pustim, da se prežarijo. Ko se v eksikatorju ponovno ohladijo, jih raztopim v 100mL vode in jih prefiltriram.

B. Plamenska fotometrija:

S stikalom POWER vključim plamenski fotometer. Z gumbom izberem ustrezen filter. Na jeklenki odprem ventil za plin, nato odprem ventil za gorivo na aparatu tako, da gumb FUEL zavrtim v nasprotni smeri urinega kazalca ter odprem pokrovček na dimniku. Pritisnem stikalo za vžig (IGNITION). Plamen opazujem skozi stransko odprtino dimnika in nikoli od zgoraj! Ko je plamen stabilen, začnem pripirati ventil in zmanjšajm plamen tako, da bo gorel z modrim plamenom. Zaprem pokrovček na dimniku. Počakam, da se naprava ogreje in stabilizira - približno 15 min. V tem času mora biti cevka za dovod vzorca potopljena v deionizirano vodo. Pripravim 250,0 mL raztopine NaCl in KCl tako, da bo raztopina

vsebovala 100 mg Na⁺ ali K⁺ na liter. Iz te raztopine pripravim 6 raztopin linearno naraščajočih koncentracij za umeritveno krivuljo .. Izmerim jim vrednosti emitirane svetlobe in narišem umeritveno krivuljo iz katere razberem rezultate.

C. Ionska kromatografija:

Kromatograf prižgem in v avtomatski vzorčevalnik nalijem vzorce. Naprava loči vsak posamezen vzorec na različne komponente v koloni in izmeri prevodnost. Dobim graf s piki za posamezno komponento glede na prevodnost, ki z umeritveno krivuljo poda koncentracijo. Vse umeritvene krivulje so pripravljene tako, da pri posameznih pikih izmerim retencijske čase standardov in izmerim različne koncentracije glede na prevodnost.



Slika 7: DELOVANJE PLAMENSKEGA FOTOMETRA [13]



Slika 8: SEŽIG [13]

6.4 MERITVE IN RAČUNI

V spodnji tabeli so podane mase vzorcev, ki sem jih zatehtal za analizo.

Vzorec	Masa vzorca (g)
<i>Bio zelje</i>	8,01
<i>Trg zelje</i>	9,65
<i>Bio kivi</i>	12,05
<i>Trg kivi</i>	15,30
<i>Bio jabolko</i>	22,19
<i>Trg jabolko</i>	23,55
<i>Bio krompir</i>	17,16
<i>Trg krompir</i>	15,51
<i>Bio rumeno korenje</i>	11,40
<i>Trg rumeno korenje</i>	15,42
<i>Bio rdeča pesa</i>	10,95
<i>Trg rdeča pesa</i>	7,94
<i>Bio česen</i>	3,39
<i>Trg česen</i>	2,88
<i>Bio por</i>	9,16
<i>Trg por</i>	8,17

Tabela 1: MASE VZORCEV PRED ŽARJENJEM

Izračun priprave raztopin za umeritveno krivuljo:

Natrij :

Maksimalna vrednost:

$$\gamma = 1000 \text{ mg Na}^+/\text{L}$$

$$V = 500 \text{ mL}$$

$$m_{\text{Na}^+ \text{ v } 500 \text{ mL}} = 1000 \text{ mg Na}^+/\text{L} \cdot 0,5\text{L}$$

$$m_{\text{Na}^+ \text{ v } 500 \text{ mL}} = 500 \text{ mg}$$

$$m_{\text{NaCl}} = m_{\text{Na}^+} / M_{\text{Na}^+} \cdot M_{\text{NaCl}}$$

$$m_{\text{NaCl}} = 500 \text{ mg} / 22,99 \text{ g/mol} \cdot 58,44 \text{ g/mol}$$

$$m_{\text{NaCl}} = 1,276 \text{ g} / 500\text{mL}$$

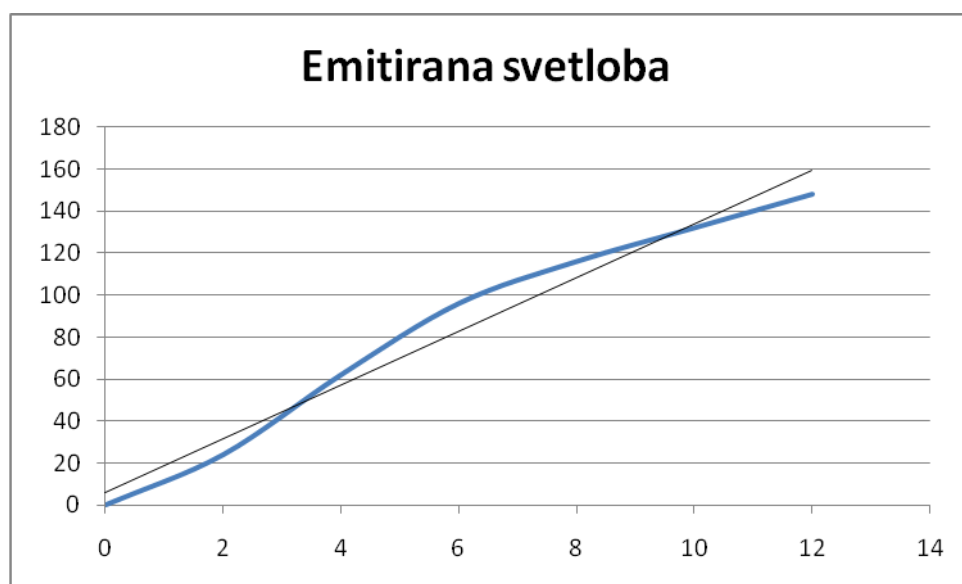
Zatehtam 1,276g in jih raztopim v 500 mL demineralizirane vode. Iz te raztopine pripravim 6 raztopin od 0 – 12 mg Na⁺/100 mL.

$$V_1 = 2\text{mg} \cdot 250 \text{ mL} / 25 \text{ mg} = 20 \text{ mL}$$

Koncentracija mg Na ⁺ /100mL	V(osnovne raztopine v mL)	Emitirana svetloba
0	0	0
2	20	24
4	40	62
6	60	96
8	80	116
10	100	132
12	120	148

Tabela 2: VOLUMEN OSNOVNE RAZTOPINE ZA UMERITVENO KRIVULJO IN VREDNOSTI IZMERJENE EMITIRANE SVETLOBE

Umeritvena krivulja, ki prikazuje vrednost emitirane svetlobe natrijevih ionov v odvisnosti od njihove koncentracije v raztopinah (mg Na⁺/100ml raztopine):



S plamensko fotometrijo sem izmeril jakost emitirane svetlobe natrijevih ionov v vzorcih.

Sadje in zelenjava	Jakost emitirane svetlobe za Na⁺
<i>Bio zelje</i>	33
<i>Trg zelje</i>	9
<i>Bio kivi</i>	36
<i>Trg kivi</i>	21
<i>Bio jabolko</i>	16
<i>Trg jabolko</i>	17
<i>Bio krompir</i>	14
<i>Trg krompir</i>	26
<i>Bio rumeno korenje</i>	60
<i>Trg rumeno korenje</i>	125
<i>Bio rdeča pesa</i>	92
<i>Trg rdeča pesa</i>	30
<i>Bio česen</i>	15
<i>Trg česen</i>	13
<i>Bio por</i>	19
<i>Trg por</i>	8
<i>Destilirana voda</i>	0

Tabela 3: EMITIRANA SVETLOBA ZA NATRIJEV ION V VZORCIH

Koncentracije natrijevih ionov v 100 ml raztopine z raztopljenimi minerali iz vzorcev predstavljam v spodnji tabeli.

Sadje in zelenjava	Natrijev ion (mgNa ⁺ /100mL)
<i>Bio zelje</i>	1,9
<i>Trg zelje</i>	0,1
<i>Bio kivi</i>	1,4
<i>Trg kivi</i>	1,0
<i>Bio jabolko</i>	0,8
<i>Trg jabolko</i>	0,9
<i>Bio krompir</i>	0,5
<i>Trg krompir</i>	1,4
<i>Bio rumeno korenje</i>	4,0
<i>Trg rumeno korenje</i>	9,2
<i>Bio rdeča pesa</i>	6,8
<i>Trg rdeča pesa</i>	1,9
<i>Bio česen</i>	0,6
<i>Trg česen</i>	0,4
<i>Bio por</i>	0,8
<i>Trg por</i>	0,1
<i>Destilirana voda</i>	0,0

Tabela 4: KONCENTRACIJE Na⁺ V 100 ML RAZTOPINE S PREŽARJENIMI VZORCI

Kalij:

Maksimalna vrednost:

$$\gamma = 1000 \text{ mg K}^+/\text{L}$$

$$V = 500 \text{ mL}$$

$$m_{\text{K}^+ \text{ v } 500 \text{ mL}} = 1000 \text{ mg K}^+/\text{L} \cdot 0,5\text{L}$$

$$m_{\text{K}^+ \text{ v } 500 \text{ mL}} = 500 \text{ mg}$$

$$m_{\text{NaCl}} = m_{\text{Na}^+} / M_{\text{K}^+} \cdot M_{\text{KCl}}$$

$$m_{\text{NaCl}} = 500 \text{ mg} / 39,1 \text{ g/mol} \cdot 74,55 \text{ g/mol}$$

$$m_{\text{NaCl}} = 0,953 \text{ g} / 500\text{mL}$$

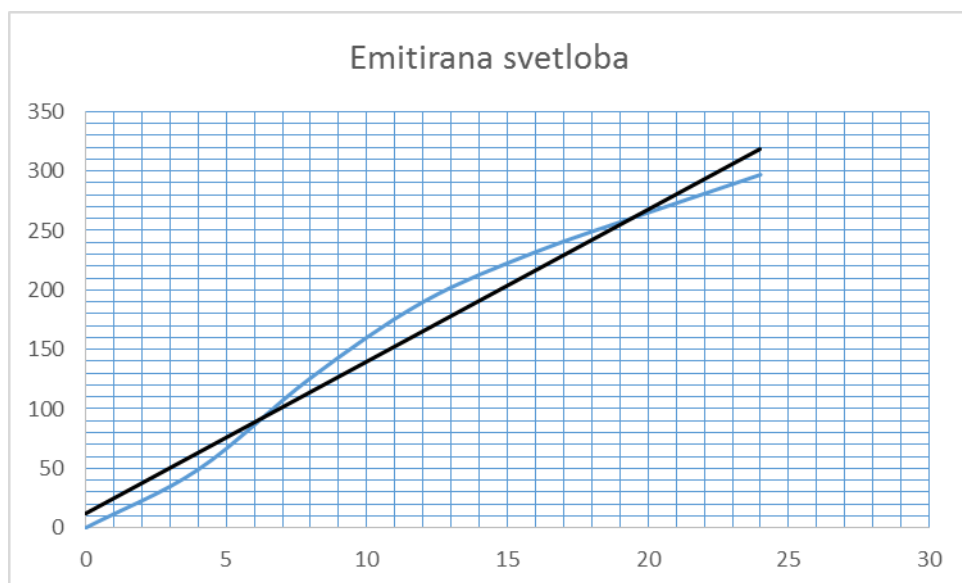
Zatehtam 0,953g in jih raztopim v 500 mL demineralizirane vode. Iz te raztopine pripravim 6 raztopin s koncentracijo od 0 – 24 mg K⁺/100 mL.

$$V_1 = 4\text{mg} \cdot 250\text{ mL}/25\text{ mg} = 20\text{ ml}$$

Koncentracija mg K ⁺ /100mL	V(osnovne raztopine v mL)	Emitirana svetloba
0	0	0
4	20	49
8	40	126
12	60	190
16	80	232
20	100	265
24	120	297

Tabela 5 : VOLUMEN OSNOVNE RAZTOPINE ZA UMERITVENO KRIVULJO IN VREDNOSTI EMITIRANE SVETLOBE

Umeritvena krivulja, ki prikazuje vrednost emitirane svetlobe kalijevih ionov v odvisnosti od njihove koncentracije v raztopinah (mg K⁺/100ml raztopine):



S plamensko fotometrijo sem izmeril jakost emitirane svetlobe kalijevih ionov v vzorcih.

Sadje in zelenjava	Jakost emitirane svetlobe za K⁺
<i>Bio zelje</i>	155
<i>Trg zelje</i>	195
<i>Bio kivi</i>	233
<i>Trg kivi</i>	184
<i>Bio jabolko</i>	198
<i>Trg jabolko</i>	159
<i>Bio krompir</i>	247
<i>Trg krompir</i>	316
<i>Bio rumeno korenje</i>	248
<i>Trg rumeno korenje</i>	233
<i>Bio rdeča pesa</i>	328
<i>Trg rdeča pesa</i>	272
<i>Bio česen</i>	206
<i>Trg česen</i>	182
<i>Bio por</i>	205
<i>Trg por</i>	104
<i>Destilirana voda</i>	0

Tabela 6 : EMITIRANA SVETLOBA ZA KALIJEV ION V VZORCIH

Koncentracije kalijevih ionov v 100 ml raztopine z raztopljenimi minerali iz vzorcev predstavljam v spodnji tabeli.

Sadje in zelenjava	Kalijev ion (mg K⁺/100mL)
<i>Bio zelje</i>	10,8
<i>Trg zelje</i>	18,4
<i>Bio kivi</i>	17,2
<i>Trg kivi</i>	13,6
<i>Bio jabolko</i>	14,4
<i>Trg jabolko</i>	12,0
<i>Bio krompir</i>	18,4

<i>Trg krompir</i>	23,6
<i>Bio rumeno korenje</i>	18,4
<i>Trg rumeno korenje</i>	17,2
<i>Bio rdeča pesa</i>	24,0
<i>Trg rdeča pesa</i>	20,0
<i>Bio česen</i>	15,0
<i>Trg česen</i>	13,6
<i>Bio por</i>	15,0
<i>Trg por</i>	7,6
<i>Destilirana voda</i>	0,0

Tabela 7 : REZULTATI IZ UMERITVENE KRIVULJE (mg K+/100mL)

Anione sem meril z drugo metodo in sicer z ionsko kromatografijo. Ionska kromatografija nam s pomočjo pikov poda koncentracije posameznih komponent. Rezultati meritev so v spodnji tabeli.

Sadje in zelenjava	γ (Cl) mg/L	γ (PO ₄ ³⁻) mg/L	γ (SO ₄ ²⁻) mg/L	γ (NO ₃ ⁻) mg/L	γ (NO ₂ ⁻) mg/L
<i>Bio zelje</i>	24,7	4,0	146,0	<1	<1
<i>Trg zelje</i>	14,4	29,2	196,0	<1	<1
<i>Bio kivi</i>	45,0	36,6	17,6	<1	<1
<i>Trg kivi</i>	21,5	73,5	29,0	<1	<1
<i>Bio jabolko</i>	7,2	38,3	18,2	<1	<1
<i>Trg jabolko</i>	11,0	24,0	10,1	<1	<1
<i>Bio krompir</i>	42,9	106	133,0	<1	<1
<i>Trg krompir</i>	73,9	144	68,6	<1	<1
<i>Bio rumeno korenje</i>	16,6	92,5	48,4	<1	<1
<i>Trg rumeno korenje</i>	21,4	93,0	50,4	<1	<1
<i>Bio rdeča pesa</i>	6,2	148,0	32,2	<1	<1
<i>Trg rdeča pesa</i>	139	638,0	25,8	<1	<1
<i>Bio česen</i>	<1	21,4	12,4	<1	<1
<i>Trg česen</i>	24,6	70,8	106,0	<1	<1
<i>Bio por</i>	34,6	68,0	108,0	<1	<1
<i>Trg por</i>	4,5	5,5	19,3	<1	<1
<i>Destilirana voda</i>	0	0	0	<1	<1

Tabela 8 : KONCENTRACIJE ANIONOV PO IONSKI KROMATOGRFIJI

Opomba: koncentracije nitratov in nitritov so bile pod 1 mg/L.

Vse rezultate preračunamo na enotno maso, 100 g sadja oziroma zelenjave.

Primer natrijevih ionov za zelje:

1,9 mg Na+.....8,01g zelja

X mg100g zelja

$X = 1,9 \text{ mg} \times 100 \text{ g} / 8,01 \text{ g}$

X= 23,72 mg

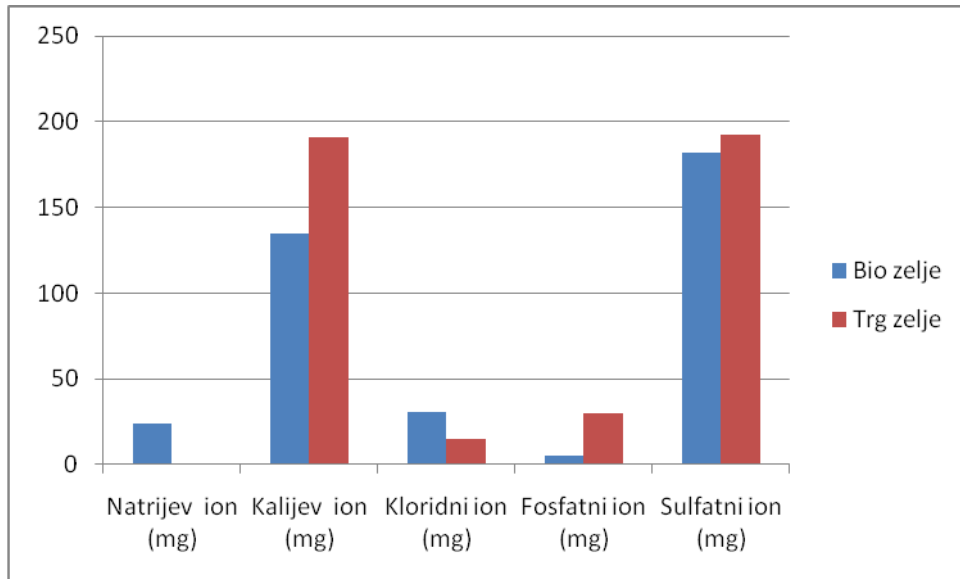
6.5 REZULTATI

V spodnji tabeli podajam rezultate za izmerjene katione in anione v mg ionov na 100 gramov sadja oziroma zelenjave.

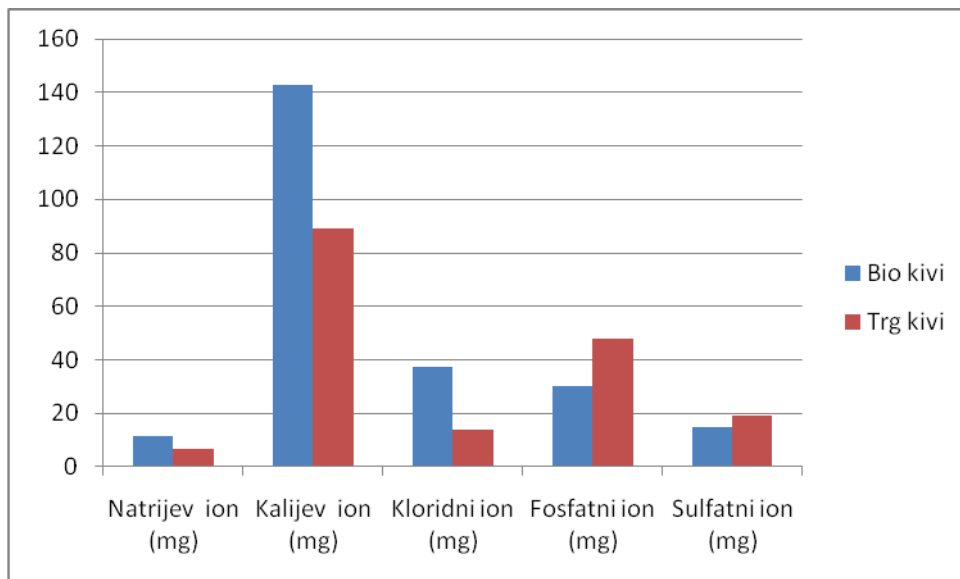
Sadje in zelenjava	Natrijev ion (mg/100g)	Kalijev ion (mg/100g)	Kloridni ion (mg/100g)	Fosfatni ion (mg/100g)	Sulfatni ion (mg/100g)
<i>Bio zelje</i>	23,72	134,80	30,84	5,01	182,30
<i>Trg zelje</i>	1,04	190,67	14,92	30,26	192,70
<i>Bio kivi</i>	11,62	142,70	37,34	30,37	14,61
<i>Trg kivi</i>	6,54	88,89	14,05	48,04	18,95
<i>Bio jabolko</i>	3,61	64,89	3,20	17,26	8,20
<i>Trg jabolko</i>	1,27	50,95	4,67	10,19	4,28
<i>Bio krompir</i>	2,91	107,22	23,86	61,77	77,50
<i>Trg krompir</i>	9,03	152,16	47,01	92,84	39,97
<i>Bio rumeno korenje</i>	35,09	161,40	14,56	81,22	31,21
<i>Trg rumeno korenje</i>	59,67	111,50	13,88	60,31	44,21
<i>Bio rdeča pesa</i>	62,10	219,18	7,80	135,15	20,18
<i>Trg rdeča pesa</i>	23,93	251,89	175,10	80,35	32,49
<i>Bio česen</i>	17,69	442,47	<0,1	63,13	36,58
<i>Trg česen</i>	13,89	472,20	85,40	245,83	368,05
<i>Bio por</i>	8,73	163,75	37,70	74,23	117,90
<i>Trg por</i>	1,22	93,02	5,53	6,69	23,60
<i>Destilirana voda</i>	0	0	0	0	0

Tabela 9 : REZULTATI KATIONOV IN ANIONOV V MG/100 g ŽIVILA

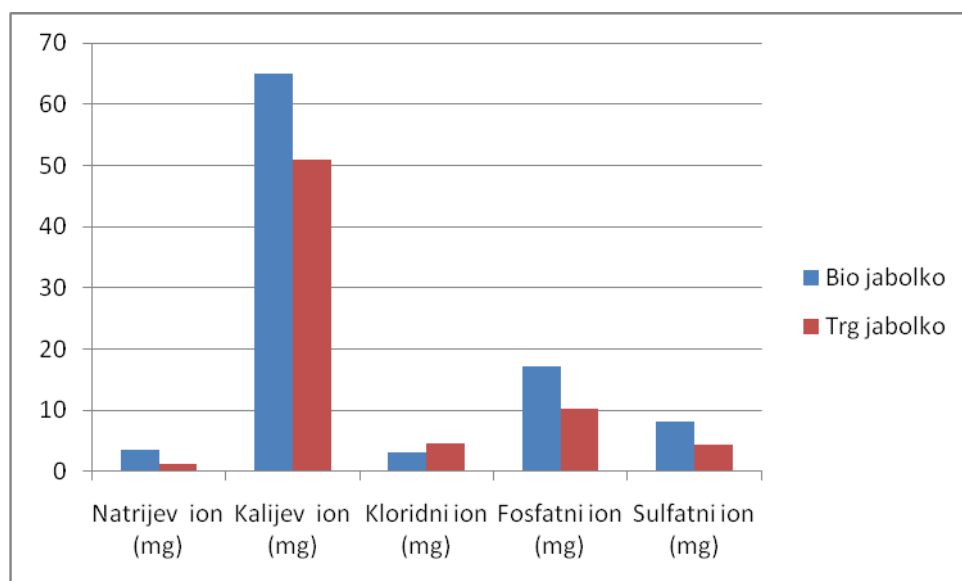
Rezultate iz tabel podajam še v obliki stolpičnih diagramov. V prvih diagramih so podane primerjave med biološkim in industrijsko pridelanim sadjem in zelenjavo. Vse vrednosti so prikazane v mg ionov na 100 gramov živila.



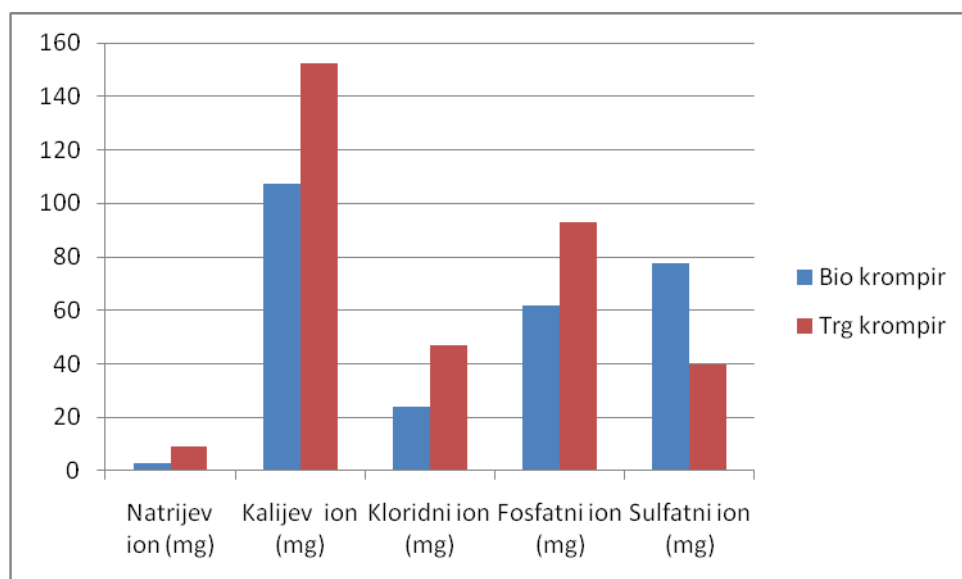
GRAF 1: Minerali v bio zelje in trg zelje



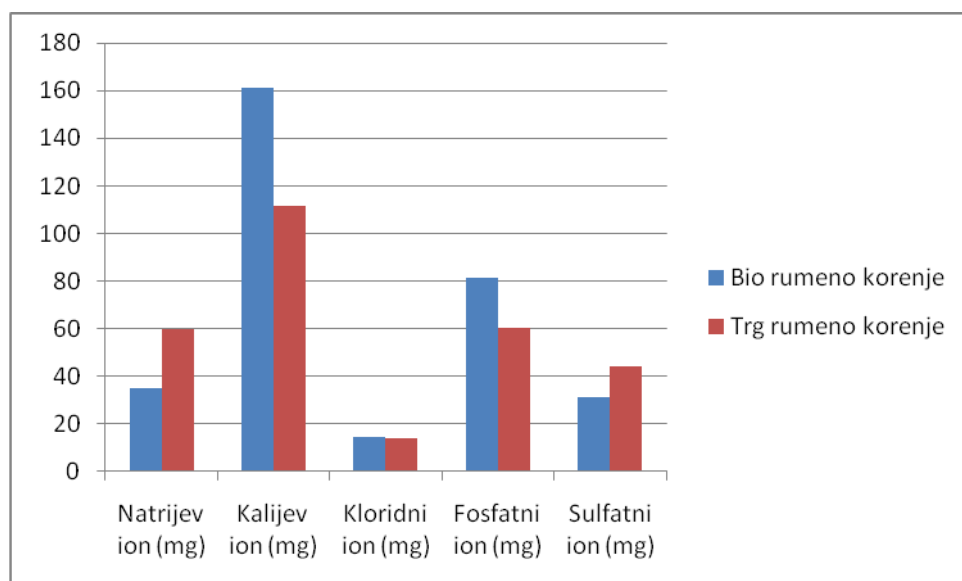
GRAF 2 : Minerali v bio kivi in trg kivi



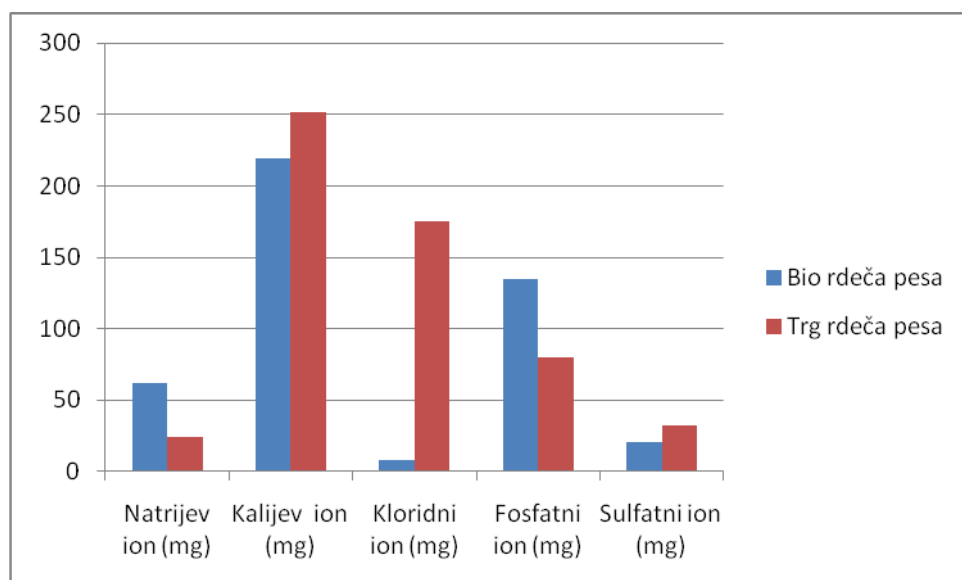
GRAF 3 : Minerali v bio jabolko in trg jabolko



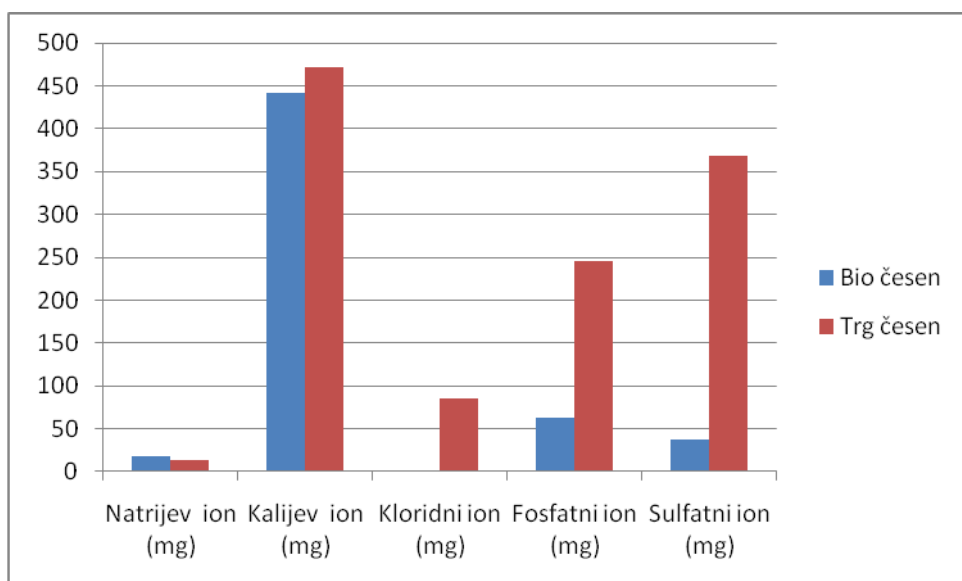
GRAF 4 : Minerali v bio krompir in trg krompir



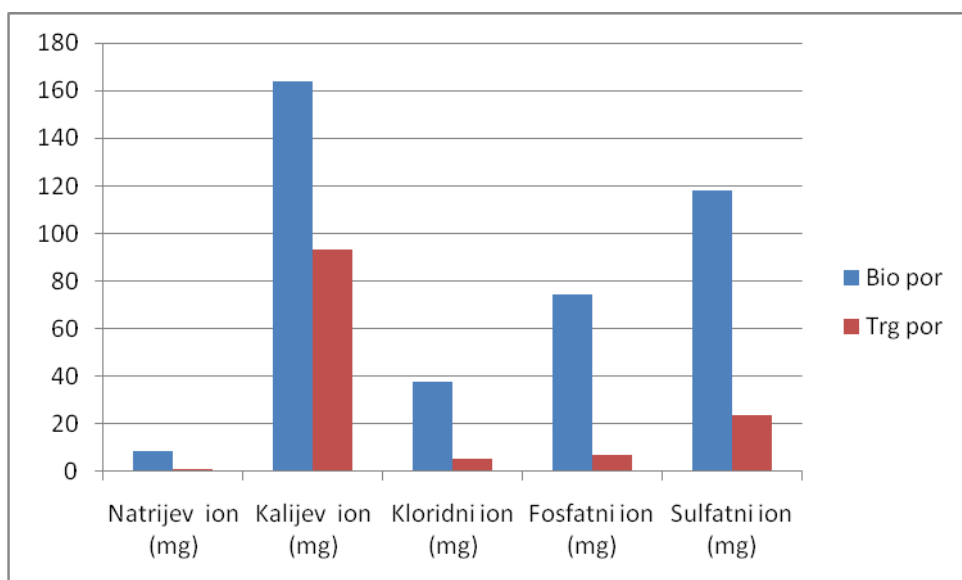
GRAF 5 : Minerali v bio rumeno korenje in trg rumeno korenje



GRAF 6 : Minerali v bio rdeča pesa in trg rdeča pesa

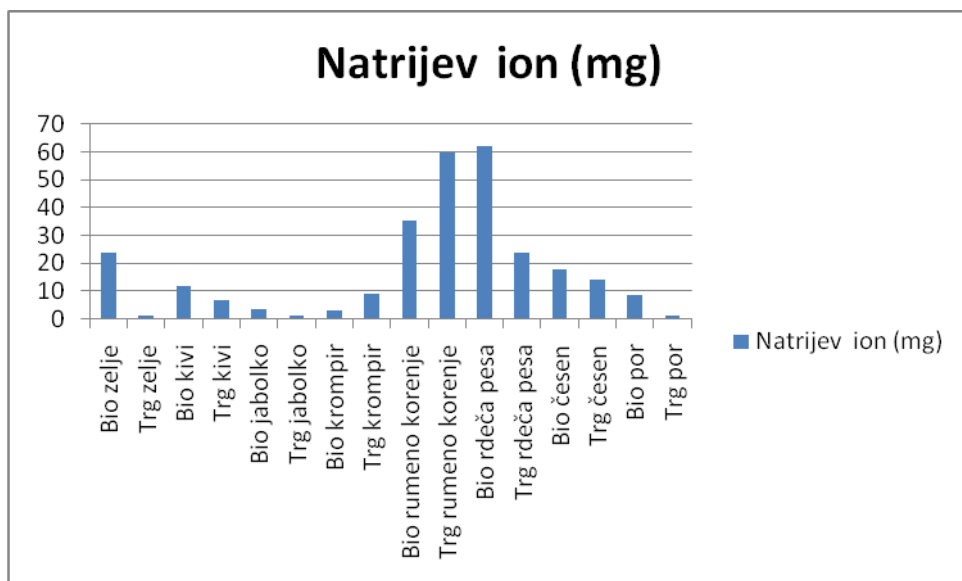


GRAF 7 : Minerali v bio česen in trg česen

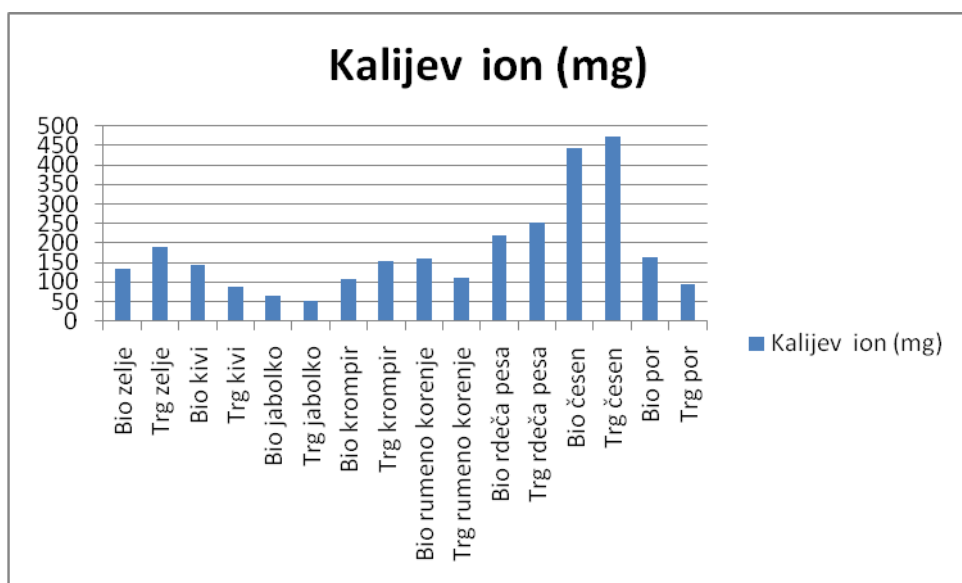


GRAF 8 : Minerali v bio por in trg por

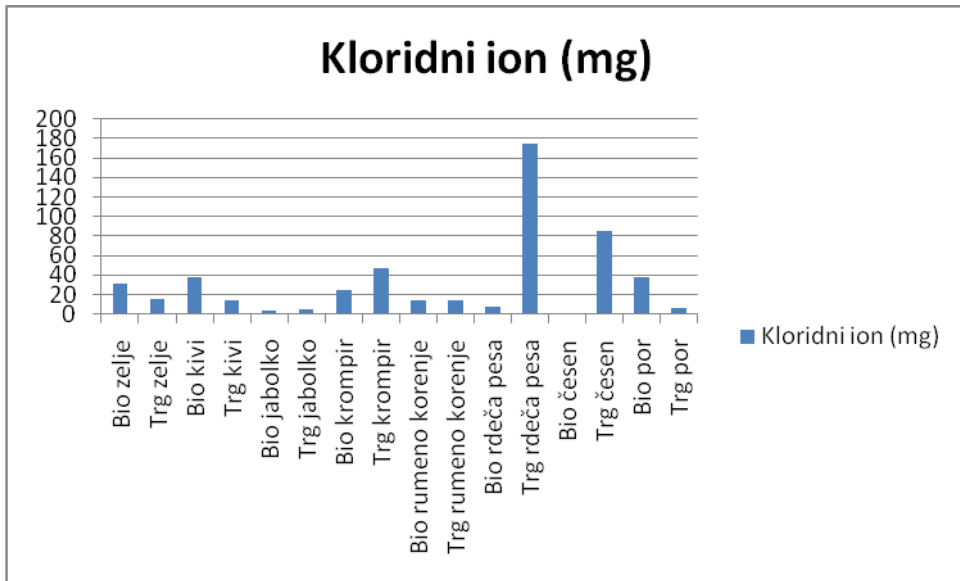
Za vse vrste sadja in zelenjave podajam še ločeno prikazane stolpične diagrame za vsak posamezen ion. Vsi rezultati so podani v mg iona na 100 gramov živila.



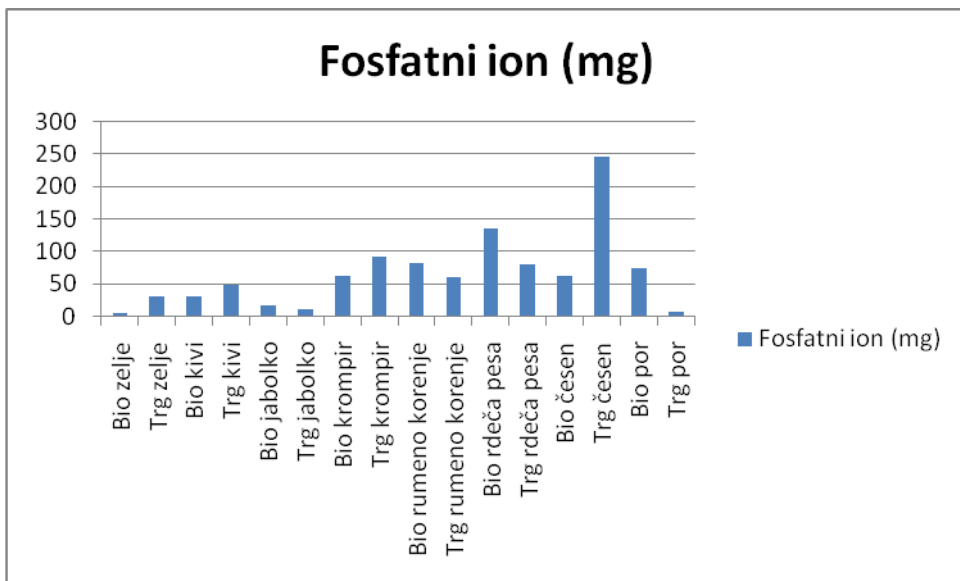
GRAF 9: Vsebnost natrijevih ionov v mg na 100 gramov sadja in zelenjave



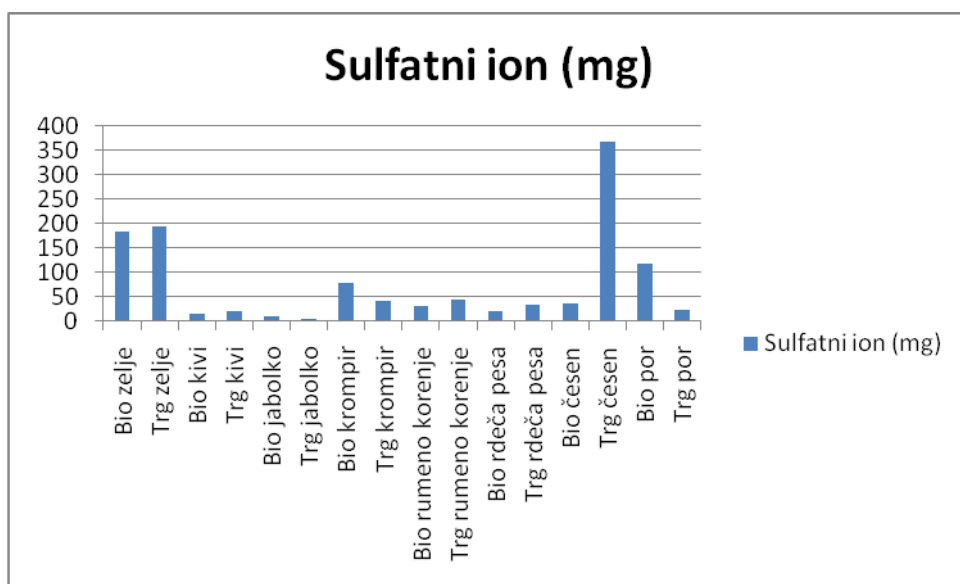
GRAF 10: Vsebnost kalijevih ionov v mg na 100 gramov sadja in zelenjave



GRAF 11: Vsebnost kloridnih ionov v mg na 100 gramov sadja in zelenjave



GRAF 12: Vsebnost fosfatnih ionov v mg na 100 gramov sadja in zelenjave



GRAF 13: Vsebnost sulfatnih ionov v mg na 100 gramov sadja in zelenjave

7 ZALJUČEK

Naslov, ki sem ga postavil raziskovalni nalogi je *primerjava biološko in industrijsko pridelanega sadja in zelenjave*. Namen je bil primerjati minerale, ter potrditi ali zavrniti hipotezo, ki sem jo postavil pred raziskovanjem. S tem bi videl, če imata način pridelave in umetna gnojila vpliv na koncentracijo mineralov, zaradi katerih je analizirana hrana na drugem mestu v prehranjevalni piramidi.

Hipoteza pravi, **glede na to, da se v intenzivnem kmetijstvu zemlji dodajajo mineralna gnojila, je vsebnost mineralov v tako pridelani zelenjavi in sadju večja kot v ekološkem kmetijstvu.** Hipoteza je le DELNO POTRJENA. Raziskava je pokazala, da ima večina sadja in zelenjave industrijske proizvodnje več mineralnih snovi, kot v ekološkem kmetijstvu.

Komentar rezultatov:

- V zelju je največ kalijevih in sulfatnih ionov. Vidimo pa tudi, da je v biološkem več natrijevega in kloridnega iona, kot v industrijskem, zato malo odstopa od hipoteze.
- V kiviju si količina ionov sledi v zaporedju kalijev, fosfatni, kloridni, sulfatni in najmanj je natrijevega. Natrijev, kalijev in kloridni ion pa odstopajo od hipoteze.
- Tudi v jabolku je največ kalijevega iona, ostalih pa je nekoliko manj in so si blizu skupaj.
- V krompirju je veliko vseh ionov razen natrijevega, ki ga je bolj malo, od hipoteze odstopa zgolj sulfatni ion.
- Rumeno korenje, v nasprotju z večino, vsebuje nekoliko več natrijevega iona, kalijev in fosfatni ion odstopata od hipoteze in sta v zelo visokih vrednostih.
- Rdeča pesa vsebuje veliko vseh ionov. Zanimiva pa je razlika, ki se pokaže pri kloridnem ionu, saj ga je v industrijskem veliko in v biološkem zelo malo.
- V česnu so dominantni kalijev, fosfatni in sulfatni ion. Razen pri kaliju pa je veliko razlik med analiziranimi ioni iz obeh virov. Analiza tudi ni zaznala kloridnega iona iz biološke pridelave.
- Por je tisti, ki popolnoma odstopa od hipoteze, saj so vsi ioni iz biološke pridelave višji od tistih iz industrijske, kar je razlika od ostalih, ki malo odstopajo le pri enem ionu. Največ je tudi tu kalija.

Natrijev ion je tisti, ki ga je najmanj od vseh. V hrani ga dobimo dosti iz soli in je zelo pomemben za človekov organizem. Največ sem ga našel v rumenem korenju, zelju in rdeči pesi, ostalo sadje in zelenjava pa ga ima le v sledovih. Kalijev ion je ion, ki ga v vseh vrstah sadja in zelenjave najdemo največ. Najvišje koncentracije dosega v česnu. Pomemben je pri prenosu živčnih impulzov v mišice in pri uravnavanju kislino-bazičnega ravnotežja v telesu. Kloridni ion je zelo prisoten v industrijski rdeči pesi, dosti pa ga je tudi v industrijskem česnu, medtem ko ga v biološkem česnu meritve niso zaznale. Ima podobne naloge kot natrij. Fosfatni ion je v večini na drugem mestu. Dodaja se z umetnimi gnojili, kjer eden izmed glavnih komponent. Sulfatni ion je pokazatelj tistih rastlin, ki rastejo bolje v kisljih tleh. Največ ga vsebuje trgovski česen, veliko pa ga je v tudi v zelju.

Glede na to, da sem industrijsko pridelano sadje in zelenjavo kupil v trgovini Tuš, mi je način pridelave nepoznan. Raziskovo bi lahko izboljšal, če bi zelenjavo sam gojil. V tem primeru bi vzel manjše število vzorcev. Ekološko pridelano zelenjavo bi primerjal z zelenjavo, ki bi ji dodajal mineralna gnojila v različnih koncentracijah. Tako bi točno vedel, koliko mineralnih snovi je bilo dodanih z gnojili in kako se to pozna na vsebnosti mineralnih snovi v pridelani zelenjavi.

8 ZAHVALA

Najprej se želim zahvaliti svoji mentorici Miheli Jug, univ. dipl. inž. kemijske tehnologije, za pomoč in vodenje skozi raziskovalno delo, ter ves čas, ki ga je v to vložila.

Želim se tudi zahvaliti lektorici prof. Valentini Hrastnik, ki je vse pregledala in odpravila slovnične napake.

Zahvala pa gre inštitutu za ekološke analize ERICO, še posebej Andreju Glinšku, univ. dipl. kemik, za ionsko kromatografijo.

Nazadnje bi se še zahvalil svoji družini za vso podporo in pomoč.

9 LITERATURA

Vir številka 1:

http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/vs/Gradiva_ESS/Impletum/IMPLETUM_377_2ZIVILSTVO_Zivilska_Hmelak.pdf

Vir številka 2:

<http://www.sadni-vrt.si/sadje.html>

vir številka 3:

<http://www.primorske.si/Priloge/Zdravje/Vloga-in-pomen-mineralov-v-prehrani-ljudi.aspx>

Vir števila 4:

http://www.zpm-mb.si/attachments/sl/1200/SS_Biotehnologija_Umetna_in_naravna_gnojila.pdf

Vir številka 5:

<http://biodinamika-podravje.si/narediti-crto-cez-sodobno-industrijsko-kmetovanje/>

Vir številka 6:

http://www.mkgp.gov.si/si/delovna_podrocja/kmetijstvo/ekolosko_kmetovanje/

Vir številka 7:

Jelka Sodja Božič: instrumentalna analizna kemija

Vir številka 8:

Andrej Smrdu: Kemija Snov in Spremembe 3

Vir številka 9:

<http://lifestyle.ena.com/zdravje-in-prosti-cas/Kaksna-je-pravilna-prehranska-piramida.html>

Vir številka 10:

<http://www.vitja.si/content/%C4%8Dlanek-ali-res-lahko-u%C5%BEivamo-sadje-v-neomejenih-koli%C4%8Dinah-%C4%8De-%C5%BEelimo-izgubljati-kilograme>

Vir številka 11:

http://www.bambino.si/sadje_in_zelenjava_za_zdravo_srce

Vir številka 12:

<http://rastline.blog.siol.net/2014/03/15/umetna-gnojila/>

Vir številka 13:

Lasten vir

Vir številka 14:

<http://lotric-certificiranje.si/laboratoriji/laboratorij-za-analizno-kemijo/>