

# Razlike između gnojidbe pojedinačnim i kompleksnim gnojivima s ciljem racionalizacije proizvodnje kukuruza

---

**Bradarić, Ivan**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2015**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:349336>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-05**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Ivan Bradarić, absolvent

Diplomski studij Bilinogojstva

smjer Biljna proizvodnja

**RAZLIKE IZMEĐU GNOJIDBE POJEDINAČNIM I KOMPLEKSNIM GNOJIVIMA  
S CILJEM RACIONALIZACIJE PROIZVODNJE KUKURUZA**

**Diplomski rad**

Osijek, 2015.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Ivan Bradarić, apslovent

Diplomski studij Bilinogojstva

smjer Biljna proizvodnja

**RAZLIKE IZMEĐU GNOJIDBE POJEDINAČNIM I KOMPLEKSNIM GNOJIVIMA  
S CILJEM RACIONALIZACIJE PROIZVODNJE KUKURUZA**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu rada:

1. doc. dr. sc. Vladimir Ivezić, predsjednik
2. doc. dr. sc. Brigita Popović, mentor i član
3. doc. dr. sc. Krunoslav Karalić, član

Osijek, 2015.

## SADRŽAJ

|   |    |
|---|----|
| <b>1. UVOD</b>  | 1  |
| 1.1. Gnojidba   | 2  |
| 1.2. Cilj istraživanja  | 3  |
| <b>2. PREGLED LITERATURE</b>                                    | 4  |
| <b>3. MATERIJAL I METODE RADA</b>                               | 9  |
| 2.1. Izbor i priprema uzoraka tla                               | 9  |
| 2.2. Agrokemijski pokazatelji sastava tla                       | 10 |
| 2.2.1. Određivanje pH reakcije tla u vodi i otopini KCl         | 10 |
| 2.2.2. Određivanje sadržaja humusa u tlu bikornatnom metodom    | 10 |
| 2.2.3. Određivanje lakopristupačnog fosfora i kalija AL metodom | 11 |
| 2.2.3.1. Fosfor   | 11 |
| 2.2.3.2. Kalij  | 12 |
| 2.2.4. Određivanje hidrolitičke kiselosti                       | 13 |
| 2.2.5. Volumetrijska metoda određivanja $\text{CaCO}_3$         | 14 |
| 2.3. Statistička obrada podataka                                | 14 |
| <b>4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA S RASPRAVOM</b>                    | 15 |
| 4.1. Rezultati analize tla                                      | 15 |
| 4.1.2. Klasifikacija opskrbljenosti tla fosforom                | 16 |
| 4.1.3. Klasifikacija opskrbljenosti tla kalijem                 | 16 |
| 4.2. Preporuke gnojidbe   | 17 |
| 4.3. Izračun preporuka gnojidbe                                 | 18 |
| 4.3.1. Izračun potrebne količine fosfora i kalija               | 18 |
| 4.4. Ekonomska analiza  | 21 |
| 4.4.1. Razlika između kompleksne i precizne gnojidbe            | 21 |
| <b>5. RASPRAVA</b>  | 24 |
| <b>6. ZAKLJUČAK</b>   | 27 |
| <b>7. POPIS LITERATURE</b>                                      | 28 |
| <b>8. SAŽETAK</b>   | 31 |
| <b>10. POPIS SLIKA</b>  | 33 |
| <b>11. POPIS TABLICA</b>  | 34 |
| <b>12. POPIS GRAFIKONA</b>                                      | 35 |
| <b>Temeljna dokumentacijska kartica</b>                         |    |
| <b>Basic documentation card</b>                                 |    |

## 1. UVOD

Kukuruz je podrijetlom iz Centralne Amerike, a nakon otkrića američkog kontinenta prenesen je i proširen u Europu i druge kontinente. Kukuruz se uzgaja u cijelome svijetu, a područje uzgoja vrlo je veliko, što mu omogućuje različita duljina vegetacije, raznolika mogućnost upotrebe i sposobnost kukuruza da može uspijevati na lošijim tlima i u lošijim klimatskim uvjetima.

Praroditelj kukuruza nije točno utvrđen, postoje različite pretpostavke o tome, a duga povijest uzgoja kukuruza otežava i približno točan odgovor, osobito zato što se kukuruz u prirodnim uvjetima kao samonikla biljka ne može održati, jer je klip omotan komušinom, pa je otežano rasipanje i raznošenje sjemena, a sjeme gubi klijavost u uvjetima nižih temperatura i povećane vlage ili kada ga pojedu ptice i životinje (M. Gagro, 1997.). očito je da je kukuruz za održavanje i širenje i prije trebao i danas treba čovjeka.

Po zasijanim površinama kukuruz je treća svjetska kultura, nakon pšenice i riže. Sije se na oko 130 milijuna hektara, a prosječni je prinos oko 3.700 kg/ha. Nakon drugog svjetskog rata površine zasijane kukuruzom stalno su povećavane, a i prosječni prinos stalno je povećavan.

Najveće površine zasijane kukuruzom imaju SAD (oko 28 milijuna hektara), Kina (oko 19 milijuna hektara), Brazil (oko 12,5 milijuna hektara), Meksiko (oko 7 milijuna hektara) itd. Najveću proizvodnju po hektaru imaju SAD, Francuska i Mađarska.

U Hrvatskoj se kukuruz sije na oko 500 000 ha, a prosječni je prinos oko 4,5 t/ha. Kukuruz je na prvom mjestu u Hrvatskoj po zasijanim površinama. Velike su mogućnosti a i potreba Hrvatske, da se značajno povećaju površine zasijane kukuruzom, a posebno prosječni prinosi kukuruza. Inače, prinosi jako variraju, od jako niskih do jako visokih. Sigurno je da najviše treba raditi na povećanju prosječnih prinosa, jer bi na taj način ostalo više slobodnih površina za ostale kulture. Da bi smo to ostvarili prijeko je potrebno učiniti niz povoljnih pomaka u politici prema poljoprivrednoj proizvodnji, povoljnom kreditiranju, subvencijama, stimulativnim cijenama, cijenama repromaterijala, uređenju površina, dobroj organizaciji i usklađivanju cjelokupne poljoprivredne djelatnosti. Znanstveni rad i organizacija poljoprivredne struke moraju imati punu i odlučujuću ulogu.

Kukuruz se uzgaja na vrlo širokom području od 58° N (Kanada, sjeverna Europa) do 38° S (Argentina) i 42° S (Novi Zeland) (Kovačević, skripta). U Južnoj Americi uzgaja se na 4 000 metara nadmorske visine u područjima s vrlo malo vode i s jako puno vode, dakle u vrlo različitim klimatskim i zemljišnim uvjetima. To omogućuje postojanje različitih formi, različite duljine vegetacije i dobre adaptabilnosti kukuruza.

### **Gnojidba 1.1.**

Kukuruz ima visok proizvodni potencijal, da bi se taj potencijal ostvario, gnojidbom treba osigurati sva potrebna hraniva i u dovoljnoj količini.

Da bi se osigurali visoki prinosi na srednje bogatim tlima, potrebno je gnojidbom dati 150 do 200 kg dušika, 120 do 130 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 130 do 250 K<sub>2</sub>O po hektaru (M. Gargo 1997.). gnojidba treba biti izvedena tako da se cijeli oranični sloj opskrbi hranivima.

#### Primjeri gnojidbe kukuruza (Petrokemija)

|                  |           |                                 |
|------------------|-----------|---------------------------------|
| Pr.1 NPK 7:20:30 | 500 kg/ha | zaorati u osnovnoj gnojidbi tla |
| Urea             | 200 kg/ha | zatanjurati predsjetvu          |
| KAN              | 200 kg/ha | prihrana                        |
| Pr.2 NPK 5:15:30 | 500 kg/ha | zaorati u osnovnoj gnojidbi tla |
| NPK 15:15:15     | 200 kg/ha | zatanjurati pred sjetvu         |
| KAN              | 200 kg/ha | prihrana                        |
| KAN              | 150 kg/ha | prihrana                        |

Tablica 1. Usporedba gnojidbe kukuruza formulacijom 15:15:15 i 7:20:30 (<http://croatia.pioneer.com/Default.aspx?tabid=131>)

| Vrsta gnojiva       | Kg/ha      | N            | P2O5      | K2O        |
|---------------------|------------|--------------|-----------|------------|
| <b>NPK 15:15:15</b> | 400        | 60           | 60        | 60         |
| Urea                | 200        | 92           | 0         | 0          |
| KAN                 | 150        | 40,5         | 0         | 0          |
| <b>Ukupno</b>       | <b>750</b> | <b>192,5</b> | <b>60</b> | <b>60</b>  |
| <b>NPK 7:20:30</b>  | 400        | 28           | 80        | 120        |
| Urea                | 200        | 92           | 0         | 0          |
| KAN                 | 150        | 40,5         | 0         | 0          |
| <b>Ukupno</b>       | <b>750</b> | <b>160,5</b> | <b>80</b> | <b>120</b> |

Pri gnojidbi s NPK 15:15:15 očit je nedostatak fosfora i kalija, dok je pri gnojidbi s NPK 7:20:30 odnos NPK gnojiva bolji a i količina kalija bliža je potrebnoj.

## 1.2. Cilj istraživanja

U okviru ovog diplomskog rada cilj je bio prikazati razliku između gnojidbe pojedinačnim i kompleksnim mineralnim gnojivima kroz nekoliko aspekata:

1. ušteda aktivne tvari i ekonomska isplativost gnojidbe pojedinačnim gnojivima,
2. pogodnost pojedinačnih gnojiva za preciznu gnojdbenu bilancu u proizvodnim sustavima u RH,
3. značaj precizne aplikacije gnojiva zbog heterogenosti proizvodnih površina na malim i velikim proizvodnim sustavima,
4. pozitivan utjecaj optimalne gnojidbe na prinos, svojstva tla i okoliš.

## 2. PREGLED LITERATURE

**Kovačević i Banaj (2007.)** istraživali su reakciju kukuruza na gnojidbu fosforom i kalijem. Gnojibeni pokus primjenom NPK 7:20:30 postavljen je u proljeće 2006. g na tlu ispod prosječne plodnosti (Kupina – županija Brodsko-Posavska). Gnojivo je dodano u količinama 350 (kontrola), 1850 i 6350 kg/ha. Prinos zrna kukuruza na kontroli bio je nizak (4, 45 t/ha). Primjenom prve stepenice gnojidbe prinos kukuruza iznosio 5, 92 t/ha i povećan je za 33% u odnosu na kontrolu, a primjenom najveće količine gnojiva ostvareni prinos 6, 06 t/ha. Istovremeno, smanjeni su vlaga zrna u berbi s 29, 8% (kontrola) na 26, 8% (6350 kg NPK/ha), te udjel jalovih biljka (16, 9% prema 11, 9%).

**Kovačević i sur. (2006.)** istraživali su reakciju kukuruza na melioracijsku gnojidbu fosforom i kalijem. Postavljen je pokus s NPK 7:20:30 u količinama od 0, 1250, 2500 i 3750 kg/ha na tlu umjereno opskrbljenom fosforom i kalijem. Kukuruz je slijedeće dvije godine gnojen na razini kontrole (standardna gnojidba svih tretmana). Kukuruz je u 2003. i 2004. g. reagirao na melioracijsku gnojidbu povećanjem prinosa do 10% prema kontroli. Međutim, u 2005. g je izostala reakcija kukuruza na gnojidbu, vjerojatno zbog činjenice da je ta godina bila izuzetno povoljna za kukuruz (iznadprosječne količine oborina i niže temperature zraka tijekom vegetacije). Takvi agroekološki uvjeti bili su povoljni za mobilizaciju prirodnih zaliha hraniva iz tla, pa je i na kontroli ostvaren visok prinos.

**Vukobratović i sur. (2011.)** istraživali su usporedbu konvencionalne i ekološke proizvodnje kukuruza. Postavljen je pokus u Križevcima s ciljem da se utvrdi utjecaj različite gnojidbe na kukuruz (2008.). Pokus je postavljen po slučajnom blok rasporedu u četiri ponavljanja s deset tretmana: kontrola (bez gnojidbe), mineralna gnojidba, kompostirani goveđi i konjski gnoj, te separat svinjske gnojovke u dvije razine (10 i 5 t/ha) i kompostirani pileći gnoj (6 i 3 t/ha). Praćeni su: prinos, masa, duljina i promjer klipa. Mineralna gnojiva su postigla, najviše vrijednosti svih promatranih parametara (prinos: 17, 68 t/ha ; masa klipa: 257, 84 g ; duljina klipa: 17, 69 cm ; promjer klipa: 5, 06 cm), a najniže vrijednosti su postignute s 5 t/ha komposta goveđeg gnoja (10, 37 t/ha ; 156, 83 g ; 13, 82 cm ; 4, 45 cm). Razlike između ostalih tretmana nisu bile statistički opravdane.



**Kovačević, Edita (2011.)** istraživala je fosfor i kalij kao faktori ograničenja prinosa kukuruza na području Bjelovarsko-bilogorske županije. U proljeće 2004. postavljena su dva gnojdbena pokusa na kiselom tlu ispodprosječne plodnosti u Pavlovcu (općina veliki Grđevac, županija Bjelovarsko-bilogorska), tipičan primjer tla ovoga područja. U jednome pokusu (NPK-Pavlovac) dodane su na standardnu gnojdbu četiri količine gnojiva NPK 10 : 20 : 30 u količini od 833, 1666, 2500 i 3332 kg/ha. U drugome pokusu (PK-Pavlovac), također na standardnu gnojdbu, dodano je tri količine fosfora 500, 1000 i 1500 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, tri količine kalija 500, 1000 i 1500 kg K<sub>2</sub>O/ha, a jedna varijanta uključila je dodavanje obadva elementa 1000 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 1000 K<sub>2</sub>O kg/ha. Sljedećih godina cijela pokusna površina je gnojena standardno i pratili su se naknadni učinci melioracijske gnojdbi na prinose kultura u plodoredu. U ovome radu prikazana je reakcija kukuruza tijekom vegetacije 2004. i 2006. godine. Melioracijska gnojdba fosforom i kalijem na tlu ograničene plodnosti imala je relativno skroman učinak na povećanje prinosa kukuruza, jer su prinosi uslijed gnojdbi povećani samo do 14% u 2004. i do 7 % u 2006. (pokus NPK-Pavlovac), odnosno do 12 % i 8 % (pokus PK-Pavlovac). Razlog skromne reakcije kukuruza na gnojdbu je vjerojatno u činjenici da je tlo vrlo kiselo i da bi trebalo obaviti kalcizaciju. Drugi razlog mogao bi biti relativno povoljne vremenske prilike (količina oborina i srednje temperature zraka) tijekom vegetacije kukuruza 2004. i 2006. godine.

**Šimić i sur. (2010.)** istraživali su utjecaj gnojdbi na gospodarska svojstva kukuruza šećerca. Na lokaciji Županja posijano je šest hibrida kukuruza šećerca u poljskom pokusu u tri varijante gnojdbi. Utvrđeno je značajno poboljšanje gospodarskih svojstava pri povećanoj gnojdbi kalijem (180kg Kalija/ha) u odnosu na kontrolu (130 kg kalija/ha). Metličanje je ranije za 7 dana, težina klipa veća za 10%, promjer klipa za 18% i udio zrna za 3%.

**Kovačević i Banaj (2003.)** istraživali su reakciju kukuruza na gnojdbu i svojstva tla. Prikazana je reakcija kukuruza na melioracijsku gnojdbu kukuruza fosforom i kalijem. Napravljeno je 5 pokusa koji su postavljeni u 4 ponavljanja. Reakcija kukuruza na melioracijsku gnojdbu kalijem bila je različita: na pokusu u Bošnjacima gnojdba kalijem do 1250 kg K<sub>2</sub>O/ha nije utjecala na prinos zrna, dok je na pokusu u Gundincima prinos zrna povećan za 14%. Na pokusu u Slav. Kobašu nisu ustanovljene statistički opravdane razlike prinosa između tretmana gnojdbi, dok je u Lužanima kukuruz reagirao na gnojdbu fosforom (1500 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) povećanjem prinosa do 18%, a na gnojdbu kalijem (1500 kg K<sub>2</sub>O/ha) smanjenjem prinosa do 10%. Primjenom obadva elementa prinos kukuruza je povećan za 22%

prema kontroli. Prinosi ratarskih kultura u Ličko-senjskoj županiji su niži od državnog prosjeka uslijed manje povoljnih agroekoloških uvjeta, osobito svojstava tla. Primjenom do 1500 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha prinos kukuruza povećan za 30% prema standardnoj gnojidbi.

Prinos i kvaliteta zrna kukuruza su vrlo složena svojstva koja uvelike ovise o agroekološkim uvjetima proizvodnje i genetskim činiteljima. Izuzetno velik značaj u proizvodnji kukuruza imaju voda i temperatura. Kukuruz je biljka koja zahtjeva adekvatnu opskrbu vodom za svoj fiziološki razvoj i dobar prinos. No međutim potrebe za vodom se razlikuju između faza razvoja. Najmanje potrebe ima u početnom stadiju dok se razvojem povećavaju i dostižu svoj maksimum u reproduktivnoj fazi i nalijevanju zrna. Stres izazvan sušom u kombinaciji s visokim temperaturama za vrijeme cvjetanja i polinacije odgađa svilanje, skraćuje dužinu svile, djeluje na abortivnost polena i sprečava razvoj embrija.

**Lauer (2003.)** smatra da tijekom ove faze može doći do smanjanja prinosa od 3 do 8% za svaki dan trajanja stresa. Prinos kukuruza tijekom godina varira upravo zbog nedovoljne količine, odnosno neravnomjernog raspreda oborina i visokih temperatura zraka naročito u vrijeme metličanja i svilanja (**Josipović i sur., 2005; Kovačević i sur., 2009;** )

Jedan od ograničavajućih čimbenika koji se javlja prilikom uzgoja kultiviranog bilja pa tako i kukuruza svakako je kiselost tla. Zakiseljavanja tla je vrlo spor i dugotrajan prirodni proces nakupljanja H<sup>+</sup> iona u tekućoj i čvrstoj fazi tla (**Miljković, 2005.**). Glavni izvori H<sup>+</sup> iona u tlu su ugljikovodična kiselina (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), neorganske kiseline kao H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub> i H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> te organske i huminske kiseline jednostavnog sastava.

**Mesić i sur. (2009.)** dijele prirodnu kiselost na geogenu i pedogenu. Kiselost geogenog porijekla je rezultat razvoja tla na kiselim matičnim supstratima dok je kiselost pedogenog porijekla rezultat razvoja tla na neutralnim i bazičnim matičnim supstratima. Pod utjecajem vremenskih prilika dolazi do ispiranja alkalnih kationa s adsorpcijskog kompleksa koji se zamjenjuju vodikovim ionima pri čemu kiselost tla raste. Pored prirodnih procesa vrlo veliku ulogu u zakiseljavanju tla ima sve intenzivnija poljoprivredna proizvodnja, naročito mineralna gnojidba kao i industrijska polucija, posebno kisele kiše.

Reakcija tla se izražava pH vrijednošću što predstavlja negativan dekadski logaritam koncentracije vodikovih iona (**Mengel i sur., 2001.**). Reakcija tla je značajan ekološki čimbenik o kojem ovise životne aktivnosti podzemnih organa biljaka, a kod većine obradivih tala leži unutar granica pH vrijednosti od 4 do 8. Smanjivanje pH tla do određene granice

povećava topivost Mn, Zn, Cu i Fe (**Hodges, 2010**). Koncentracija  $H^+$  u otopini tla predstavlja aktualnu kiselost koja ima direktan učinak na fizikalno-kemijske i biološke procese. Usvojeni  $H^+$  zajedno s usvojenim kationima Al predstavlja potencijalnu kiselost koja je puno veća u obrađivanim tlima.

Prema podacima **Mesić i sur. (2009.)** u Hrvatskoj je oko 32% ukupnih poljoprivrednih površina kiselo pri čemu prednjači istočni dio zemlje tzv. Panonska regija u kojem se odvija glavnina poljoprivredne proizvodnje u Hrvatskoj. Autori dalje navode kako od ukupne površine kiselih tala u panonskoj regiji dominiraju dva tipa tla i to pseudoglej i lesivirano tlo.

Slične rezultate prikazuje **Kovačević i sur. (1993.)** koji navodi kako su kiselina tla široko rasprostranjena na području Hrvatske pri čemu je oko 50% oraničnih površina u većoj ili manjoj mjeri kiselo.

**Lončarić i sur. (2005.)** su za potrebe izračuna preporuke za kalcizaciju analizirali veliki broj uzoraka kiselih tala prikupljenih sa sto različitih mjesta u istočnoj Hrvatskoj te utvrdili kako je najveći broj uzoraka (55%) imao  $pH_{(KCl)}$  od 3,48 do 4,50 što ih svrstava u kategoriju ekstremno kiselo do vrlo kiselo tlo dok je ostatak uzoraka varirao od jako do slabo kiselih tala. pH reakcija tla na biljke utječe neposredno povećanjem koncentracije  $H^+$  i  $OH^-$  iona ili posredno preko utjecaja na niz agrokemijskih svojstava tla.

U slučaju suviše kiselosti javljaju se negativne posljedice za biljku poput: toksičnosti vodikovih iona te iona aluminija, željeza i mangana, smanjena je raspoloživost mikorelemenata u anionskom obliku, javlja se nedostatak fosfora i molibdena zbog štetne fiksacije fosfora kationima željeza i aluminija (**Karalić, 2009.**). Nadalje dolazi do smanjene mikrobiološke aktivnosti kao i povećane pristupačnosti teških metala mikroelemenata (Fe, Mn, Zn, Cu, Ni) i toksičnih teških metala poput kroma, kadmija, olova i drugih. Ovakav štetan utjecaj zakiseljavanja tla naročito u vlažnim područjima na ekološko-proizvodne uvjete imaju za posljedicu degradaciju tla, a u nekim slučajevima i destrukciju.

U uvjetima niskog pH tla prinos usjeva može biti smanjen nekoliko puta (**Rastija i sur., 2010.; Antunović i sur., 2008.; Kovačević i sur., 2006.; 2010.; Baligar i sur., 1997.**). Na temelju svojih istraživanja **Antunović i sur. (2002.)** navode kako je prinos kukuruza na kiselom tlu bio manji za 25% u odnosu na tlo neutralne reakcije.

**Kovačević i sur. (2006.)** u svom istraživanju navode kako su prinosi na kalciziranim površinama bili veći za 50% (kukuruz), 49% (suncokret) i 30% (ječam) u odnosu na kontrolni tretman (kiselo tlo).

Biljke imaju sposobnost da uz pomoć fotosinteze pretvore vodu, zrak, sunčevu svjetlost i mineralne elemente u hranu koja je osnovni preduvjet za život ljudi na zemlji. Proizvodnja organske tvari je proces koji ovisi o tri čimbenika: genetskom potencijalu biljke, okolišnim čimbenicima i dostupnosti mineralnih elemenata u tlu. Neophodni elementi za razvoj biljke su makro i mikroelementi pri čemu mikroelemente biljka treba u vrlo malim količinama. Razvoj usjeva, kvaliteta i količina prinosa može biti smanjena ukoliko u tlu nedostaje bilo koji od 8 neophodnih mikroelemenata ili nema odgovarajuće ravnoteže s ostalim elementima. Organska tvar, pH i sadržaj gline imaju najveći utjecaj na pristupačnost mikroelemenata u tlu ali također i temperatura i vlažnost tla.

### 3. MATERIJAL I METODE RADA

#### 3.1. Izbor i priprema uzoraka tla

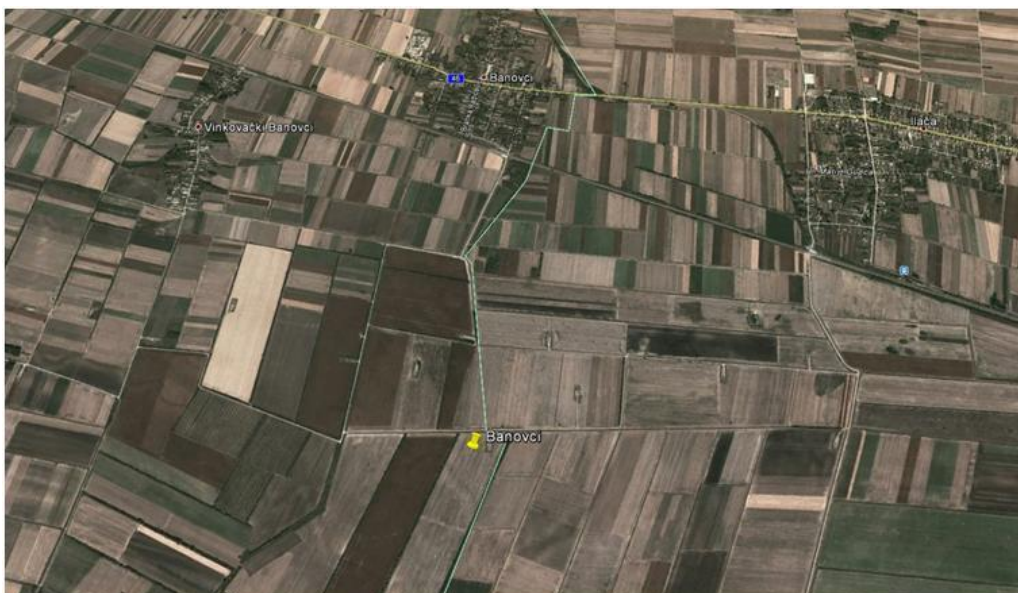
Za ratarsku proizvodnju uzima se prosječni uzorak tla iz sloja 0-30 cm, kojeg čini 20-25 pojedinačnih uzoraka ravnomjerno raspoređenih po parceli. Svi pojedinačni uzorci s jedne analitičke površine se dobro izmješaju, zatim se četvrtanjem smanji masa prosječnog uzorka na 0,5-1 kg.



Slika 1. Uzorkovanje: slike a) i b) - uzimanje pojedinačnog uzorka sondom; slike c), d) i e) - uzimanje pojedinačnih uzoraka ašovom; slika f) - miješanje pojedinačnih uzoraka; slike g) i h) - pakiranje prosječnog uzorka (izvor: Autorizirane pripreme za vježbe iz Pedologije, pripremio: dr.sc. Mario Sraka; Zagreb, 2008.)

Nakon dopremanja u laboratorij, uzorci tla čiste se od organskih ostataka i ostalih primjesa, te se suše u tankom sloju na sobnoj temperaturi. Zrakosuhi uzorci tla usitnjavaju se posebnim mlinom za tlo, prosijavaju se kroz sito promjera 2 mm, te se homogeniziraju, nakon čega su pripremljeni za analizu.

Uzorci su prikupljeni na pokusnoj površini u Banovcima u jesen 2012. godine (5 uzoraka), te je u svim uzorcima utvrđena pH vrijednost tla, sadržaj humusa, koncentracija AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i AL-K<sub>2</sub>O i sadržaj CaCO<sub>3</sub>. Na temelju rezultata izrađene preporuke za gnojidbu i kondicioniranje tala putem pojedinačnih i kompleksnih mineralnih gnojiva za kukuruz.



Slika 2. Pokusna površina u Banovcima

### 3.2. Agrokemijski pokazatelji svojstava tla

Agrokemijska svojstva tla neophodna za izračun potrebne gnojidbe i kondicioniranja tala su reakcija tla, koncentracija humusa, te koncentracija lakopristupačnog fosfora i kalija u tlu. U kiselim tlama također je neophodno odrediti hidrolitičku kiselost radi izračuna potrebne količine sredstva za kalcizaciju.

#### 3.2.1. Određivanje pH reakcije tla u vodi i otopini KCl

Reakcija tla izražena kao pH vrijednost pokazatelj je niza agrokemijskih svojstava tla, važnih za ishranu bilja, a izražava se u pH jedinicama. Trenutna ili aktualna kiselost ( $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ ) određena je u suspenziji tla s destiliranom vodom, a supstitucijska ili izmjenjiva kiselost ( $\text{pH}(\text{KCl})$ ) u suspenziji tla s otopinom 1M KCl ( $c=1 \text{ mol/dm}^3$ ).

Određivanje pH reakcije tla u navedenim otopinama vrši se tako da se na tehničkoj vagi odveže 10 grama tla koje se prenosi u čašu od 100 ml. Uzorci se zatim preliju s 25 ml destilirane vode, odnosno 1 M KCl, te dobro promiješaju staklenim štapićem. Nakon 30 minuta mjeri se pH vrijednost u suspenziji tla (1:5 w/v), pH-metrom koji je propisno kalibriran standardnim pufernim otopinama poznate pH vrijednosti (ISO 10390, 1994.).

#### 3.2.2. Određivanje sadržaja humusa u tlu bikromatnom metodom

Humus u tlu utječe na niz kemijskih i fizikalnih svojstava, u prvom redu vrlo povoljno utječe na strukturu tla. Teška i zbijena tla huminizacijom postaju rastresitija, rahlija i lakša, a time se poboljšavaju i druga svojstva tla, kao što su vodnozračni režim, toplina tla i dr. U pogledu

kemijskih svojstava, humus sadrži sva potrebna biljna hraniva. Humus utječe dobro i na biološka svojstva tla time što je izvor ugljika potrebnog za život i razmnožavanje mikroorganizama.

Bikromatna metoda predstavlja mokro spaljivanje organske tvari tla kalij-bikromatom. Najprije se u čašu od 150 ml odvaže 0,5 grama zrakosuhog tla koje je prosijanog kroz sito promjera 2 mm. Uzorku se doda 5 ml otopine 0,27 M  $K_2Cr_2O_7$  i 7,5 ml koncentrirane sulfatne kiseline. Dobivena vruća smjesa odmah se stavlja u sušionik na temperaturu 135 °C, kroz 30 minuta. Čaše se nakon toga vade iz sušionika i naglo hlade u vodenoj kupelji, te se u svaku od njih doda 50 ml destilirane vode. Uzorci se kvantitativno prenose u odmjerne tikvice od 100 ml, nadopune destiliranom vodom i promućkaju. Nakon 1 sata dekantira se dio otopine u kivete za centrifugiranje, centrifugira se 10 min. na 2000 okretaja te se mjeri sadržaj humusa spektrofotometrijski kod 585 nm uz prethodno dekantiranje otopine u kivetu za mjerenje (ISO 14235, 1994.). Rezultat ove metode je određivanje količine organske tvari - humusa u tlu, a izražava se u postocima (%).

### 3.2.3. Određivanje lakopristupačnog fosfora i kalija AL metodom

Pod lakopristupačnim, tj. biljkama raspoloživim kalijem podrazumijeva se vodotopivi oblik (K u vodenoj fazi tla) i izmjenjivi K na vanjskim površinama minerala gline (izmjenjivo adsorbirani oblik na adsorpcijskom kompleksu ili neselektivno vezani K). Količina izmjenjivog K je u prosjeku 40-400 ppm što je oko 2% kapaciteta adsorpcije tla, a na K u vodenoj fazi tla otpada oko 1% izmjenjivo vezanog kalija. Između svih oblika K u tlu postoji stanje dinamičke ravnoteže. Fosfor je u tlu u anorganski vezanom obliku (40-80%) i organski vezanom obliku (20-60%).

AL metoda je najčešći postupak ispitivanja biljkama pristupačnog fosfora i kalija u tlu. Ekstrakcija lakopristupačnog P i K obavlja se pufernom otopinom amonij-laktata čiji je pH 3,75. Količina od 5 grama zrakosuhog tla prenosi se u plastične boce za izmućkavanje. Svaki se uzorak prelije sa 100 ml ekstrakcijske AL – otopine (amonij laktat – pH 3,75) i mućka na rotacijskoj mućkalici na 20°C brzinom 30 – 40 okretaja u minuti, tijekom 2-4 sata. Ekstrakt tla se profiltrira u čaše tako da se prva, mutna količina baci. Ukoliko je filtrat i dalje mutan, bistri se dodavanjem 0,5 grama aktivnog ugljena i ponovnom filtracijom.

#### 3.2.3.1. Fosfor

Pristupačnost fosfora određuje se tzv. plavom metodom. Od dobivenog filtrata otpipetira se 10 ml u tikvicu od 100 ml, zatim se doda 9 ml 8 N  $H_2SO_4$  i destilirane vode do pola tikvice. Tikvice se zagrijavaju na vodenoj kupelji te se doda 10 ml 1,44% amonij-molibdata ( $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ ) i 2

ml 2,5% askorbinske kiseline. Nakon 30 minuta grijanja tikvica na vodenoj kupelji razvija se kompleks plave boje. Zatim se ohlade i nadopune destiliranom vodom do oznake. Mjerenje koncentracije  $P_2O_5$  u uzorcima i standardima vrši se na spektrofotometru na 680 nm (*Vukadinović i Bertić, 1988.*).

Postupak, identičan postupku s uzorcima, provodi se paralelno sa standardima koji se pripremaju na sljedeći način: odvaži se 0,1917 g  $KH_2PO_4$  (0,100 g  $P_2O_5$  i 0,0663 g  $K_2O$ ) i 0,0534 g KCl (0,0337 g  $K_2O$ ), prenese u odmjernu tikvicu 1000 ml, otopi u malo AL-otopine i nadopuni do oznake istom otopinom. Takav osnovni standard je zajednički za određivanje fosfora i kalija jer sadrži 0,1 mg  $P_2O_5$ /ml i 0,1 mg  $K_2O$ /ml. Serija radnih standarda radi se pipetiranjem po 0, 1, 5, 10, 20, 30, 40 i 50 ml osnovnog standarda u odmjerne tikvice od 200 ml i nadopuni se do oznake AL-otopinom. Takvi standardi predstavljaju količinu od 0,1, 5, 10, 20, 30, 40 i 50 mg  $P_2O_5$ /100 g tla i istu količinu  $K_2O$ .

### **3.2.3.2. Kalij**

Pristupačnost kalija utvrđuje se direktno iz ekstrakta tla emisijskom tehnikom na atomskom apsorpcijskom spektrofotometru (AAS – u) ili na plamen-fotometru i izražavaju se u mg  $K_2O$  na 100 grama tla. Za seriju standardnih otopina za kalij koriste se iste standardne otopine kao i za fosfor, a njihove koncentracije odgovaraju količinama od 0, 1, 5, 10, 20, 30, 40 i 50 mg  $K_2O$  /100 g tla.

Rezultati AL metode su koncentracije biljkama pristupačnog fosfora i kalija u analiziranom uzorku tla, a izražavaju se u mg  $P_2O_5$ /100 g tla i mg  $K_2O$ /100 g tla. Prema rezultatima AL metode, tla se dijele u različite klase opskrbljenosti fosforom i kalijem. Međutim, osim rezultata AL-metode, kao osnova za podjele tala u klase opskrbljenosti fosforom koristi se i pH reakcija tla (tablica 3.) pošto reakcija tla jako utječe na pristupačnost fosfora, dok se za podjelu tala u klase opskrbljenosti kalijem koristi se i tekstura tla (tablice 2 i 3.) jer udio gline značajno utječe na pristupačnost i fiksaciju kalija u tlu.



Tablica 2. Podjela tala prema koncentraciji fosfora na temelju AL –metode

| mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g tla |       |       |        |
|---|-------|-------|--------|
| Opskrbljenost tla                           | pH>6  | pH<6  | faktor |
| Vrlo niska                                  | <10   | <6    | 2,0    |
| Niska                                       | 10-15 | 7-10  | 1,5    |
| Dobra                                       | 16-25 | 11-16 | 1,0    |
| Visoka                                      | 26-36 | 17-25 | 0,5    |
| Vrlo visoka                                 | >34   | >25   | 0,0    |

Izvor: <http://www.pfos.hr/~zdenkol/content/pdf/Program%20vjezbi%20AK%20Internet.pdf>

Tablica 3. Podjela tala prema koncentraciji kalija na temelju AL –metode

| mg K <sub>2</sub> O/100 g tla |       |               |       |        |
|-------------------------------|-------|---------------|-------|--------|
| Tekstura tla                  |       |               |       |        |
| Opskrbljenost tla             | lako  | srednje teško | teško | faktor |
| Vrlo niska                    | <6    | <8            | <10   | 1,50   |
| Niska                         | 6-12  | 8-14          | 10-16 | 1,25   |
| Dobra                         | 13-24 | 15-28         | 17-32 | 1,00   |
| Visoka                        | 25-35 | 29-40         | 33-45 | 0,50   |
| Vrlo visoka                   | >35   | >40           | >45   | 0,00   |

Izvor: <http://www.pfos.hr/~zdenkol/content/pdf/Program%20vjezbi%20AK%20Internet.pdf>

### 3.2.4. Određivanje hidrolitičke kiselosti

Najčešća primjena hidrolitičke kiselosti je kod utvrđivanja potreba za kalcizacijom ili kada je potrebno poznavati ukupnu potencijalnu kiselost nekog tla. Hidrolitička kiselost izražava se u mmol 100g<sup>-1</sup> ili cmol kg<sup>-1</sup> i koristi se za izračunavanje nezasićenosti adsorpcijskog kompleksa lužnatim ionima.

S 50 ml 1 M CH<sub>3</sub>COONa prelije se 20 grama zrakosuhog tla te se mućka na rotacijskoj mućkalici jedan sat i filtrira (ukoliko je filtrat mutan filtrira se dva puta). Zatim se otpipetira 10-25 ml filtrata, ugrije do ključanja da bi se uklonio CO<sub>2</sub>, dodaju se 1–2 kapi fenolftaleina i vruća otopina titrira s 0,1 M NaOH do pojave crvenkaste boje. Hidrolitička kiselost izračunava se formulom (*Vukadinović i Bertić, 1988.*):

$$H_y = (a \times k \times 10 \times 1,75)/m \quad [\text{cmol (+)kg}^{-1} \text{ tla}]$$

a – utrošak NaOH (0,1 mol/dm<sup>3</sup>);

k – faktor lužine;

m – alikvotna masa tla;

1,75 – popravak za nezamjenjene H<sup>+</sup> ione

### 3.2.5. Volumetrijska metoda određivanja CaCO<sub>3</sub>

Sadržaj karbonata u tlu određuje se volumetrijskom metodom (ISO 10693, 1995.). Princip ove metode je da se pri određenom tlaku i temperaturi zraka izmjeri volumen razvijenog CO<sub>2</sub> koji je porijeklom iz karbonata analiziranog uzorka tla. Za volumetrijsko određivanje CaCO<sub>3</sub> koristi se Scheiblerov kalcimetar koji se sastoji od tri staklene cijevi (A, B i C), međusobno povezane gumenim cijevima.

Sam postupak određivanja CaCO<sub>3</sub> provodi se tako da najprije odvažemo 0,50 – 5,00 grama zrakosuhog tla (količina ovisi o intenzitetu šumljenja i pjenušanja pri kvalitativnoj analizi – ako je intenzitet reakcije bio jači, uzima se manja količina uzorka i obrnuto). Epruvetu do 2/3 napunimo 10% HCl. Izjednačimo razinu obojene tekućine u prve dvije cijevi (u drugoj cijevi razina tekućine mora biti točno na nuli). Zatim se zatvori ventil na drugoj cijevi i bočica. Nakon zatvaranja bočice otvori se ventil i bočica nagne da se HCl razlije po uzorku tla. Dolazi do reakcije pri kojoj se oslobađa CO<sub>2</sub>. Da ubrzamo reakciju, bočicu lagano mućkamo. Oslobodeni CO<sub>2</sub> prolazi kroz treću cijev, zatim kroz ventil ulazi u drugu cijev u kojoj potiskuje tekućinu prema dolje. Kad se reakcija završi, izjednačimo razinu obojene tekućine u prvoj i drugoj cijevi pomičući prvu cijev po stalku. Očitamo volumen oslobođenog CO<sub>2</sub> u cm<sup>3</sup>. Istovremeno očitamo barometarski tlak (mm Hg) i temperaturu (°C). Zatim iz tablice očitamo kolika je masa 1 cm<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> u postojećim uvjetima tlaka i temperature. Količina oslobođenog CO<sub>2</sub> množi se s koeficijentom 2,274 da dobijemo masu CaCO<sub>3</sub> u uzorku. Dobivena se vrijednost izražava u postocima.

### 2.3. Statistička obrada podataka

Svi uzorci statistički su analizirani u SAS i Excel programu.

## 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### 4.1. Rezultati analize tla

Usporedba rezultata analize uzoraka tla s lokaliteta Banovci ukazuje na razlike u pH vrijednosti tla, koncentraciji AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, koncentraciji AL-K<sub>2</sub>O i humoznosti tla (tablica 4).

Tablica 4. Rezultati analize tla na lokalitetu Banovci

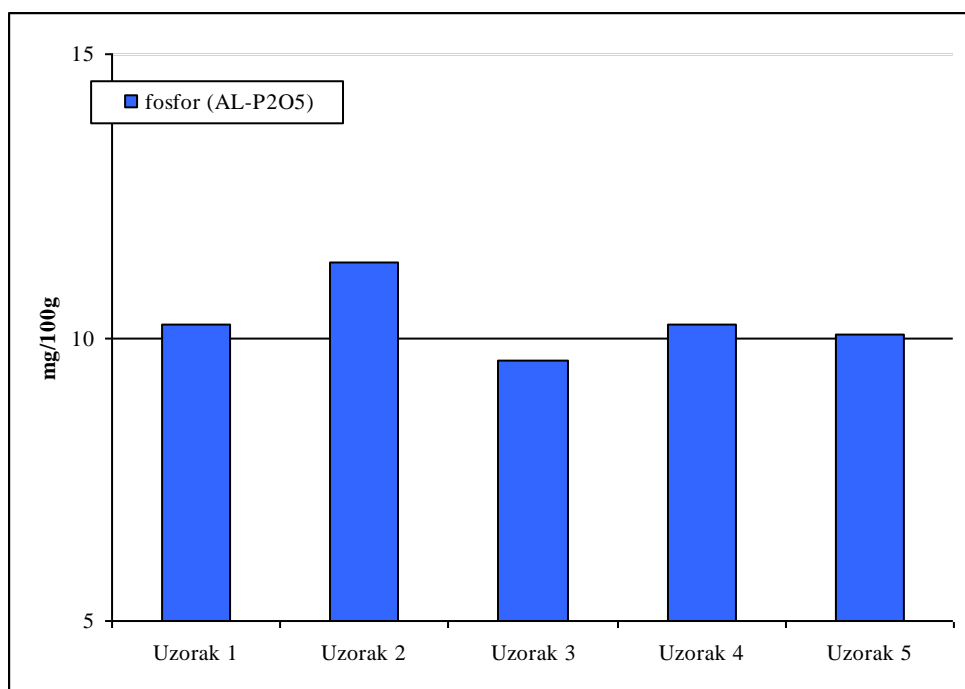
| Proizvodna površina | pH <sub>H2O</sub> | pH <sub>KCl</sub> | humus (%) | CaCO <sub>3</sub> (%) | fosfor (AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | kalij (AL-K <sub>2</sub> O) |
|---------------------|-------------------|-------------------|-----------|-----------------------|--|-----------------------------|
| <i>Uzorak 1</i>     | 7,52              | 6,39              | 3,94      | 2,2                   | 6,9  | 10,22                       |
| <i>Uzorak 2</i>     | 7,56              | 6,65              | 4,02      | 2,5                   | 5,78                                       | 11,33                       |
| <i>Uzorak 3</i>     | 7,61              | 6,41              | 2,67      | 4,99                  | 11,87                                      | 9,58                        |
| <i>Uzorak 4</i>     | 7,34              | 6,44              | 3,44      | 4,99                  | 15,05                                      | 10,23                       |
| <i>Uzorak 5</i>     | 7,53              | 6,29              | 2,27      | 1,66                  | 10,67                                      | 10,05                       |

Rezultati aktualne kiselosti kretali su se u rasponu od pH (H<sub>2</sub>O) 7,34 do pH (H<sub>2</sub>O) 7,61 i supstitucijske kiselosti od pH (KCl) 6,29 do pH (KCl) 6,65 što ukazuje na slabo alkalnu reakciju tala na lokalitetu Banovci. Nadalje, rezultati koncentracije fosfora prema AL-metodi kretali su se od 6,9 do 15,05 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g tla, odnosno od klase vrlo niskih do klase nisko opskrbljenih tala fosforom. Utvrđene su i slične koncentracije kalija prema AL-metodi od 9,58 do 11,33 mg K<sub>2</sub>O/100 g tla, odnosno svi uzorci pripadaju klasi tala nisko opskrbljenim kalijem. Sadržaj humusa u kiselim tlama iznosio je od 2,27 % do 3,44 %, odnosno u razini bogato humoznih tala. Vrijednosti karbonata iznosile su od 2% do 4,99 %.

Tablica 5. Klasifikacija tala prema interpretacijskim vrijednostima rezultata analize uzoraka

| Broj uzorka | Klasifikacija tala prema: |                                  |                     |                |
|-------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------|----------------|
|             | pH (KCl)                  | AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | AL-K <sub>2</sub> O | Humus          |
| 1           | Slabo alkalno             | vrlo niska                       | niska               | Bogato humozno |
| 2           | Slabo alkalno             | vrlo niska                       | niska               | Bogato humozno |
| 3           | Slabo alkalno             | niska                            | niska               | Bogato humozno |
| 4           | Slabo alkalno             | niska                            | niska               | Bogato humozno |
| 5           | Slabo alkalno             | niska                            | niska               | Bogato humozno |

#### 4.1.1. Klasifikacija opskrbljenosti tla fosforom

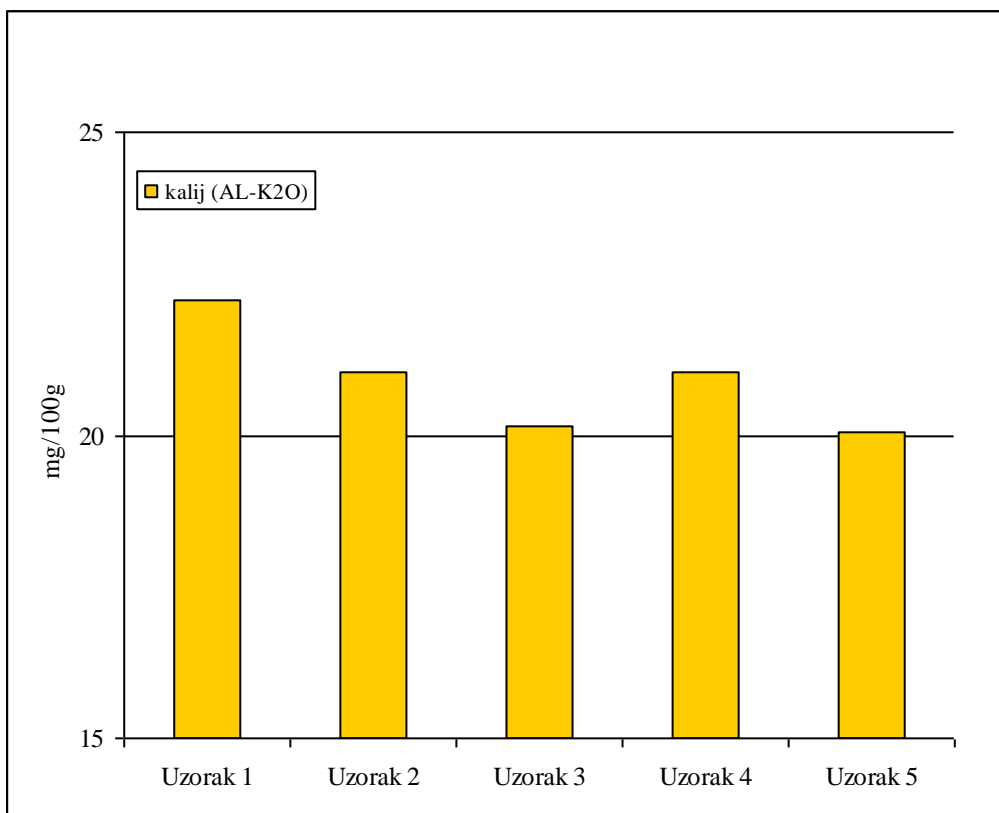


Grafikon 1. Klase opskrbljenosti tla fosforom prema AL-metodi

Klasifikacija opskrbljenosti tla fosforom provedena je na temelju graničnih vrijednosti koncentracija fosfora na slabo alkalnim tlima tlima iznad pH 6. Iz grafikona je jasno vidljivo da je svih pet pojedinačnih uzoraka pripada grupi tala vrlo niske i niske opskrbljenosti tla fosforom (grafikon 1).

#### 4.1.2. Klasifikacija opskrbljenosti tla kalijem

U pogledu klasifikacije opskrbljenosti tla kalijem, glavni interferirajući faktor je tekstura tla, te kiselost tla nema značajan utjecaj na klasifikaciju. Analizom tla utvrđena je niska opskrbljenost kalijem što je veliki limitirajući čimbenik u uzgoju kukuruza, te podizanje razine opskrbljenosti tla kalijem pripada u primarne agrotehničke zahvate na ovom lokalitetu (grafikon 2).



Grafikon 2. Klase opskrbljenosti tla kalijem prema AL-metodi

#### 4.2. Preporuke gnojidbe

Preporuke gnojidbe su utvrđene za skupinu pojedinačnih gnojiva, pri čemu preporuke uključuju primjenu gnojiva MAP, KCl, urea i KAN, te za skupinu kompleksnih gnojiva gdje su preporuke gnojidbe temeljene na aplikaciji gnojiva NPK, urea i KAN. Dakle, gnojidba je provedena po principu

- prosječna preporuka za konvencionalnu gnojidbu cijele parcele kompleksnim gnojivima (UREA i NPK 10: 20: 30, NPK 15:15:15)
- preporuka kompleksnim gnojivima za svaka 3 ha
- preporuka za preciznu gnojidbu pojedinačnim i dvojnim gnojivima (UREA, MAP i KCl)

Temeljem preporuka postavljen je gnojidbeni pokus po predviđenoj shemi: kontrola, konvencionalna prosječna gnojidba, konvencionalna za svaku parcelicu, precizna gnojidba pojedinačnim gnojivima. Veličina pokusa je 103x52 m s veličinom parcelice od 300 m<sup>2</sup>.

|  |    |  |    |  |    |  |
|--|----|--|----|--|----|--|
| Kontrola 12 *103 m                     |    |  |    |  |    |  |
| 1m                                     |    |  |    |  |    |  |
| Konvencionalna NPK UREA 12 *103 m      |    |  |    |  |    |  |
| 2m                                     |    |  |    |  |    |  |
| Precizna NPK i UREA 12*25 m            | 1m | Precizna NPK i UREA 12*25 m            | 1m | Precizna NPK i UREA 12*25 m            | 1m | Precizna NPK i UREA 12*25 m            |
| 1m                                     |    | 1m                                     |    | 1m                                     |    | 1m                                     |
| Precizna pojedinačna MAP i KCl 12*25 m | 1m | Precizna pojedinačna MAP i KCl 12*25 m | 1m | Precizna pojedinačna MAP i KCl 12*25 m | 1m | Precizna pojedinačna MAP i KCl 12*25 m |

Shema 1. Shema pokusa

### 4.3. Izračun preporuka gnojidbe

Na temelju rezultata agrokemijskih analiza tla izračunava se preporuka gnojidbe za određenu biljnu vrstu.

#### 4.3.1. Izračun potrebne količine fosfora i kalija

Ukupno potrebna količina fosfora i kalija za postizanje prinosa određene visine po jedinici površine od 1 ha, utvrđena je množenjem planiranog prinosa s masom iznošenja fosfora i kalija u kg po jedinici mase priroda. Tako je, npr. za 100 kg kukuruza potrebno 1,2 kg  $P_2O_5$  i 3,0 kg  $K_2O$ . Za prinos kukuruza od 10 t/ha potrebna količina hraniva utvrđena je na sljedeći način:

$$(1,2 \times 10 \text{ (kg } P_2O_5/t)) \times 10 \text{ t/ha} = 120 \text{ kg } P_2O_5/\text{ha}$$

$$(3,0 \times 10 \text{ (kg } K_2O/t)) \times 10 \text{ t/ha} = 300 \text{ kg } K_2O/\text{ha}$$

Tako utvrđena potrebna količina hraniva korigirana je koeficijentom iskorištenja, što ovisi o opskrbljenosti tla hranivima (Tablica 6.).

Tablica 6. Potrebna količina aktivne tvari (%) ovisno o razredu opskrbljenosti tla hranivima

| Razred opskrbljenosti tla | gnojidbom je potrebno dodati % od količine hraniva koja se odnosi prirodno |                               |                  |
|---------------------------|--|-------------------------------|------------------|
|                           | N  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Niska                     | 100 – 120  | 150 -200                      | 125 – 150        |
| Srednja                   | 80 – 100   | 100 – 150                     | 100 – 125        |
| Dobra                     | 60 - 80  | 100                           | 100              |

Koeficijent iskorištenja hraniva je % od količine hraniva koje se odnosi prirodno, a potrebno ga je dodati u gnojidbi, npr. korekcija za uzorak br. 1:

$$120 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha} \times (200/100) = 240 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$$

$$300 \text{ kg K}_2\text{O}/\text{ha} \times (150/100) = 450 \text{ kg K}_2\text{O}/\text{ha}$$

Nakon provedenih analiza utvrdi se potrebe za hranivima koje su u ovom slučaju bile iste za sve proizvodne površine (parcelice) jer se kako smo već istakli radi o tlu nisko opskrbljenim fosforom i kalijem. Naime, fizikalnim analizama utvrđeno je da se radi o degradiranom (izluženom) černozeu pa su doze za gnojidbu kukuruza fosforom i kalijem bile maksimalne tj. 150 kg fosfora i 300 kg kalija po hektaru (tablica 7).

Tablica 7. Preporuke gnojidbe za kukuruz u kg/ha

| preporučena gnojidba (kg/ha hraniva) |          |          |          |
|--------------------------------------|----------|----------|----------|
| <i>Proizvodna površina</i>           | <i>N</i> | <i>P</i> | <i>K</i> |
| <b><i>Uzorak 1</i></b>               | 220      | 150      | 300      |
| <b><i>Uzorak 2</i></b>               | 240      | 150      | 300      |
| <b><i>Uzorak 3</i></b>               | 240      | 150      | 300      |
| <b><i>Uzorak 4</i></b>               | 240      | 150      | 300      |
| <b><i>Uzorak 5</i></b>               | 240      | 150      | 300      |

Sljedeći korak bio je izračun potrebnih doza kompleksnih i pojedinačnih gnojiva za što smo koristili gnojidbeni kalkulator razvijen na Zavodu za agroekologiju Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku. Temeljem toga dobili smo sljedeće doze gnojiva (tablice 8-10): potrebe NPK 10:20:30  $750 \text{ kg ha}^{-1}$ , MAP  $280 \text{ kg ha}^{-1}$  KCl  $500 \text{ kg ha}^{-1}$ , UREA  $125\text{-}150 \text{ kg ha}^{-1}$ , KAN  $220\text{-}240 \text{ kg ha}^{-1}$

Tablica 8. Preporučene doze kompleksnih gnojiva

| preporučena gnojidba (kg/ha) |                 |             |            |
|------------------------------|-----------------|-------------|------------|
| <i>Proizvodna površina</i>   | <i>10:20:30</i> | <i>Urea</i> | <i>KAN</i> |
| <b><i>Uzorak 1</i></b>       | 750             | 125         | 220        |
| <b><i>Uzorak 2</i></b>       | 750             | 125         | 220        |
| <b><i>Uzorak 3</i></b>       | 750             | 150         | 240        |
| <b><i>Uzorak 4</i></b>       | 750             | 150         | 240        |
| <b><i>Uzorak 5</i></b>       | 750             | 150         | 240        |

Tablica 9. Preporučene doze kompleksnih gnojiva

| preporučena gnojidba (kg/ha) |                 |             |            |
|------------------------------|-----------------|-------------|------------|
| <i>Proizvodna površina</i>   | <i>15:15:15</i> | <i>Urea</i> | <i>KAN</i> |
| <b><i>Uzorak 1</i></b>       | 1500            | 125         | 220        |
| <b><i>Uzorak 2</i></b>       | 1500            | 125         | 220        |
| <b><i>Uzorak 3</i></b>       | 1500            | 150         | 240        |
| <b><i>Uzorak 4</i></b>       | 1500            | 150         | 240        |
| <b><i>Uzorak 5</i></b>       | 1500            | 150         | 240        |

Tablica 10. Preporučene doze pojedinačnih gnojiva

| <i>Proizvodna površina</i> | preporučena gnojidba (kg/ha) |            |             |            |
|----------------------------|------------------------------|------------|-------------|------------|
|                            | <i>MAP</i>                   | <i>KCl</i> | <i>Urea</i> | <i>KAN</i> |
| <b><i>Uzorak 1</i></b>     | 280                          | 500        | 125         | 220        |
| <b><i>Uzorak 2</i></b>     | 280                          | 500        | 125         | 220        |
| <b><i>Uzorak 3</i></b>     | 280                          | 500        | 150         | 240        |
| <b><i>Uzorak 4</i></b>     | 280                          | 500        | 150         | 240        |
| <b><i>Uzorak 5</i></b>     | 280                          | 500        | 150         | 240        |



Sve navedene doze prilagođene su situaciji na terenu i nešto su niže od matematički izračunatih radi što rentabilnije proizvodnje !

### 4.3. Ekonomska analiza

#### 4.3.1. Razlika kompleksne i precizne gnojidbe

U gnojidbi kukuruza razlika cijene precizne gnojidbe u odnosu na kompleksnu gnojidbu kod pojedinačnih gnojiva u kn/ha iznosila je

-za potrebe fosfora 3.770,00 kn /ha za formulaciju gnojiva15-15-15 ili 4.067,62 kn za formulaciju 10-20-30

-za potrebe kalija 7.540,76 kn/ha za formulaciju gnojiva15-15-15 ili 5.423,49 kn za formulaciju 10-20-30.

Prema proračunu za aplikaciju pojediničnih i dvojnih gnojiva troškovi su iznosili:

- za potrebe fosfora 1.248,80 kn/ha za dvojno gnojivo MAP
- za potrebe kalija 1.645,00kn/ha za pojedinačno gnojivo KCl

Tablica 11. Ukupna cijena odstupanja precizne gnojidbe u odnosu na kompleksnu za pojedinačna i za kompleksna gnojiva u kn/ha kod kukuruza

| UKUPNO    | POJEDINAČNA GNOJIVA | KOMPLEKSNA GNOJIVA |
|-----------|---------------------|--------------------|
| MIN kn/ha | 1.248,80            | 3.770,00           |
| MAX kn/ha | 1.645,00            | 7.540,76           |

Navedene cijene kompleksnih gnojiva (prema cijeniku mineralnih gnojiva Petrokemije Kutina od 01.11.2012.) osigurali su u tvrtki Banovci d.d dok su pojedinačna gnojiva pribavljena preko Koncerna Agrokor, Tvrtke Belje d.o.o.. Dakle razlika po hektaru kod uzgoja kukuruza za potrebe fosfora iznosi od 2.521,20 do 2.818,82 kn, a za kalij od 3.778,49 do 5.895.76 kn po hektaru.

Tablica 12. Komparacija kalkulacije proizvodnje kukuruza na temelju konvencionalne gnojidbe i precizne gnojidbe za pojedinačna i kompleksna gnojiva

| KONVENCIONALNA GNOJIDBA                      |                    | PRECIZNA GNOJIDBA                            |                    |
|--|--------------------|--|--------------------|
| Prinos, kg/ha                                | 9.000              | Prinos, kg/ha                                | 9.000              |
| Cijena, 1 kg                                 | 1,00 kn            | Cijena, 1 kg                                 | 1,00 kn            |
| Poticaj                                      | 2.250,00kn         | Poticaj                                      | 2.250,00kn         |
| <b>UKUPNI PRIHOD</b>                         | <b>11.250,00kn</b> | <b>UKUPNI PRIHOD</b>                         | <b>11.250,00kn</b> |
| Sjeme  | 891,00 kn          | Sjeme  | 891,00 kn          |
| Mineralna gnojiva (kompleksna)               | 5.655,00kn         | Mineralna gnojiva (pojedinačna)              | 1.445,50kn         |
| Sredstva za zaštitu bilja                    | 905,40 kn          | Sredstva za zaštitu bilja                    | 905,40 kn          |
| Ostali troškovi                              | 1.486,08kn         | Ostali troškovi                              | 1.486,08kn         |
| Mehanizacija (unajmljena)                    | 550,00 kn          | Mehanizacija (unajmljena)                    | 550,00 kn          |
| Mehanizacija (vlastita)                      | 1.250,57kn         | Mehanizacija (vlastita)                      | 1.250,57kn         |
| <b>UKUPNI TROŠKOVI (varijabilni)</b>         | <b>10.738,05kn</b> | <b>UKUPNI TROŠKOVI (varijabilni)</b>         | <b>6.528,55kn</b>  |
| <b>PROFIT</b>                                | <b>511,95kn</b>    | <b>PROFIT</b>                                | <b>4721,45kn</b>   |
| <b>Udio gnojidbe u uk. var. troškovima %</b> | <b>52 %</b>        | <b>Udio gnojidbe u uk. var. troškovima %</b> | <b>15 %</b>        |

Konačno, bitno je za istaknuti da je nakon berbe kukuruza tlo ponovno uzorkovano i analizirano te da su rezultati ukazali na porast opskrbljenosti fosform i kalijem već nakon prve vegetacije (tablica 13).

Tablica 13. Status opskrbljenosti tla nakon gnojidbe

|                       | pH <sub>H2O</sub> | pH <sub>KCl</sub> | humus (%) | CaCO <sub>3</sub> (%) | fosfor (AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) mg100g <sup>-1</sup> | kalij (AL-K <sub>2</sub> O) mg100g <sup>-1</sup> |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-----------|-----------------------|---|--|
| <i>Prije gnojidbe</i> | 7,51              | 6,43              | 3,2       | 3,1                   | 10,05   | 10,28  |
| nakon gnojidbe        |                   |                   |           |                       |   |  |
| <i>kontrola</i>       | 7,51              | 6,43              | 3,2       | 3,1                   | 11,21   | 10,56  |
| <i>NPK 10:20:30</i>   | 7,23              | 6,33              | 3,2       | 3,1                   | 18,36   | 20,25  |
| <i>KCl MAP</i>        | 7,35              | 6,45              | 3,2       | 3,1                   | 19,28   | 21,05  |

Posebno je zanimljiv učinak upotrebe pojedinačnih gnojiva u povećanju opskrbljenosti tla fosforom. Međutim, iako je u tlu zabilježen izraziti učinak gnojidbe analizom zrna kukuruza taj efekt je izostao (tablica 13). Vidljivo je povećanje sadržaja kalija u zrnu kukuruza nakon gnojidbe, ali je ono puno manje u odnosu na projeme nastale u tlu. Očigledno je da će se pravi efekt na zrnu vidjeti tek kroz iduće vegetacije, a posebno je zanimljivo što se na navedenoj površini planira uzgajati šećerna repa koja je agrotehnički vrlo zahtjevna kultura.

Tablica14. Sadržaj osnovnih elemenata u zrnu kukuruza prije i nakon postavljanja pokusa

|                       | <b>N (%)</b> | <b>P (%)</b> | <b>K (%)</b> |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|
| <i>prije gnojidbe</i> | 4,2          | 0,2          | 2,7          |
| <b>nakon gnojidbe</b> |              |              |              |
| <i>kontrola</i>       | 4,1          | 0,17         | 2,9          |
| <i>NPK 10:20:30</i>   | 4,3          | 0,28         | 3,1          |
| <i>KCl MAP</i>        | 4,2          | 0,27         | 3,3          |

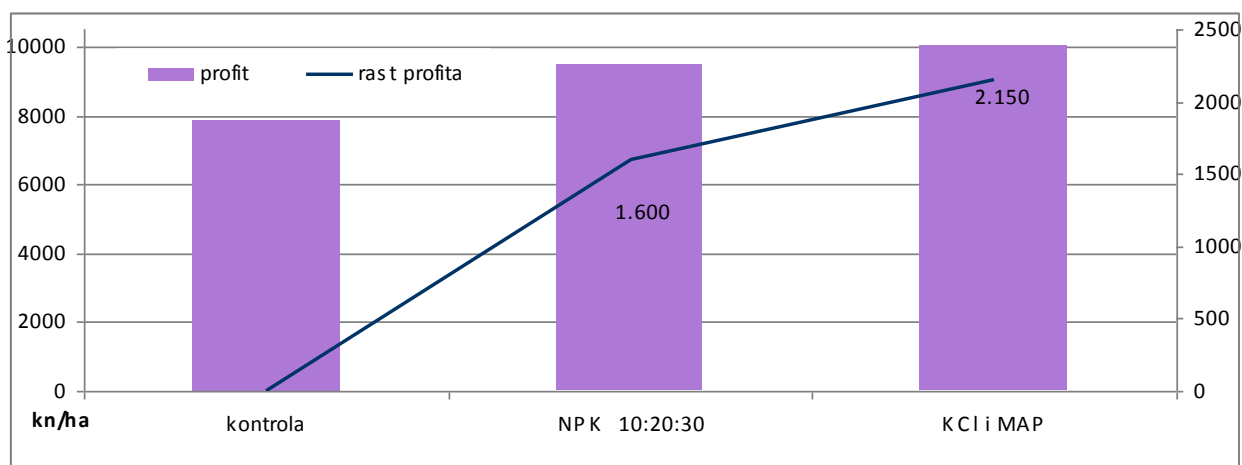
## 5. RASPRAVA

Komparacija primjene pojedinačnih i kompleksnih gnojiva pri gnojidbi kukuruza, ukazuje na povoljniju cijenu pojedinačnih gnojiva. Cijena kod konvencionalne gnojidbe sa pojedinačnim gnojivima iznosi 1.445,50 kn/ha prosječno, dok kod kompleksnih gnojiva iznosi 5.655 kn/ha prosječno. Gnojidba kukuruza kod konvencionalne gnojidbe jeftinija je gnojidbom pojedinačnih gnojiva za više od 4000 kn/ha u odnosu na kompleksna gnojiva. Ovo je prilično radikalan rezultat jer se radi o tlu siromašno opskrbljenom kalijem pa su rezultati ekstremni, a s druge strane ukazuju na neophodnost upotrebe pojedinačnim gnojivima u takvim situacijama.

Udio gnojidbe u ukupnim varijabilnim troškovima kod konvencionalne gnojidbe za kompleksna gnojiva iznosi 52 %, a za pojedinačna gnojiva iznosi 15 %.

Nadalje, ostvareni prinosi prema postavljenoj shemi pokusa bili su: 7,9  $\text{tha}^{-1}$  na kontroli (bez gnojidbe), te 9,5  $\text{tha}^{-1}$  (konvencionalna gnojidba kompleksnim gnojivima), odnosno 10,05  $\text{tha}^{-1}$  (precizna gnojidba pojedinačnim gnojivima).

Razlozi razlike u prinosu na parcelama gdje je provedena konvencionalna gnojidba kompleksnim gnojivima i parcelama gdje su primjenjena pojedinačna gnojiva vjerojatno se kriju u nepovoljnom bilanciranju hraniva jer se gnojivom NPK 10:20:30 bilancirao fosfor (zbog smanjenja troškova) dok je kalij ostao u deficitu. Promatrano s financijskog aspekta povećanje prinosa od 1,6  $\text{tha}^{-1}$  do 2,15  $\text{tha}^{-1}$  jest povećanje dobiti za 1.600 kn  $\text{ha}^{-1}$  tj 2.150 kn  $\text{ha}^{-1}$  (na bazi trenutne cijene kilograma kukuruza standardne kakvoće) (grafikon 3).



Grafikon 3. Prikaz rasta profita temeljem prinosa i odabira gnojiva

Prema Kovačević i Banaj (2007.) primjenom pojedinačne gnojidbe prinos kukuruza iznosio je 5, 92 t/ha i povećan je za 33% u odnosu na kontrolu, a primjenom najveće količine gnojiva ostvareni prinos 6, 06 t/ha. Istovremeno, smanjeni su vlaga zrna u berbi s 29, 8% (kontrola) na 26, 8% (6350 kg NPK/ha), te udjel jalovih biljka (16, 9% prema 11, 9%). Kovačević i sur. (2006.) na postavljenom pokusu gnojidbe kukuruza s NPK 7:20:30 u količinama od 0, 1250, 2500 i 3750 kg/ha na tlu umjereno opskrbljenom fosforom i kalijem dobivaju povećanje prinosa u 2003. i 2004. g. do 10% prema kontroli. Međutim, u 2005. g je izostala reakcija kukuruza na gnojidbu, vjerojatno zbog činjenice da je ta godina bila izuzetno povoljna za kukuruz (iznadprosječne količine oborina i niže temperature zraka tijekom vegetacije). Prema Lončarić i sur. (2014.) koji su analizirali upotrebu gnojiva na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima u Osiječko-baranjskoj i Vukovarsko-srijemskoj županiji situacija je sljedeća:

1. najčešće korišteno NPK gnojivo je 15:15:15 (57% gospodarstava koristi ga svake godine), a trebalo bi biti 6:18:36 ili 7:20:30 uz kalijevu sol
2. NPK gnojivo 7:20:30 koristi 93% gospodarstava (svake godine 43%), a PK gnojiva 76% gospodarstava (svake godine 32%), dok čak 46% gospodarstava ne koristi NPK gnojivo 6:18:36 ili 5:15:30 te bez pojedinačnih K gnojiva ne mogu provesti optimalnu gnojidbu ako je potrebno dodati K i P u odnosu  $>1,5:1$  (potrebno na 45% analiziranih površina)
3. pojedinačne K soli nikada ne koristi 46% gospodarstava i na tim je gospodarstvima nemoguće provesti optimalnu gnojidbu ako je potreban odnos K:P  $>2:1$  (na oko 20% analiziranih površina), niti ako je potrebno dodati samo K (oko 10% površina)
4. organska gnojiva ne koristi 47% ispitanika te niti je smanjena potreba za mineralnom gnojidbom niti je olakšano gospodariti odnosom dodanih P i K (npr. pileći, kokošji, svinjski za veći relativni udio P, a goveđi, konjski ili gnojnice za veći udio K)

Na osnovu pokusa precizne gnojidbe provedene na površini tvrtke Banovci d.d. i provedene analize tla dobili smo detaljan uvid u svojstva tla unutar proizvodne parcele što predstavlja korisne podatke za proizvodnju. Posebno dozirana gnojidba prema proračunu za odgovarajuća svojstva tla u okviru svake parcelice značajna je proizvodna inovacija u odnosu na konvencionalnu gnojidbu gdje je primjenjena ista prosječna gnojidba za cijelu površinu. Na temelju ovako postavljenog pokusa precizne gnojidbe značajno je povećan sadržaj fosfora i kalija. Pri tome je povećana postojeća razina prinosa sa 7, 9 t/ha na 10,05 t/ha, uz značajne uštede na troškovima gnojidbe. Ostvarena ušteda u troškovima gnojidbe primjenom precizne

gnojidbe pojedinačnim gnojivima je najvažniji učinak precizne gnojidbe koji osigurava dugoročnu isplativost ratarske proizvodnje, što će u budućnosti omogućiti profitabilnu proizvodnju šećerne repe na istraživanom lokalitetu. Jedini ozbiljan problem koji se u cijeloj provedbi istraživanja pojavio jest nabavka pojedinačnih gnojiva na domaćem tržištu.

## 6. ZAKLJUČAK

Provedbom istraživanja primjene precizne gnojidbe u cilju racionalizacije poljopivredne proizvodnje ostvarujemo značajne društvene benefite koji se ogledaju u nekoliko aspekata:

1. Niži troškovi proizvodnje, te niži udio gnojidbe u strukturi ukupnih troškova. Komparacijom konvencionalne i precizne gnojidbe kukuruza, zabilježena je niža cijena precizne gnojidbe i za pojedinačna i kompleksna gnojiva. Precizna gnojidba je za pojedinačna gnojiva povoljnija u usporedbi s kompleksnom za 69 %. Komparacija primjene pojedinačnih i kompleksnih gnojiva pri gnojidbi kukuruza, ukazuje na povoljniju cijenu pojedinačnih gnojiva. Prema tome, ovakav pristup primjeni pojedinačnih i dvojnih gnojiva značajno reducira troškove proizvodnje iako iziskuje dodatni trud prilikom nabavke gnojiva. Reducirani troškovi izravno rezultiraju većim profitom proizvodnje.

2. Stabilni prinosi i kakvoća proizvoda, pri čemu fosfor utječe na visinu prinosa, a preciznim unošenjem ovog hraniva osiguravamo stabilnost i visinu prinosa. Preciznim dozama kalija povećavamo kakvoću zrna kukuruza.

3. Smanjenje negativnog utjecaja na okoliš umanjeanjem razine ispiranja nitratnog dušika i fosfora.

4. Optimalna razina opskrbljenosti tla makroelementima izravno doprinosi očuvanju plodnosti tla i postizanju stabilnih prinosa visoke kakvoće čime doprinosimo dugoročnoj održivosti biljne proizvodnje.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Antunović, M., Kovačević, V., Bukvić, G. (2008.): Liming influences on maize and sugar beet yield and nutritional status. *Cereal Research Communications*. 36 (2008.), 3 (S); 1839-1842.
2. Baligar, V. C., N. K. Fageria (1999.): Phosphorus-use efficiency in wheat genotypes, *Journal of Plant Nutrition*, 22:2, 331-340.
3. Gargo, m. (1997.): Ratarstvo obiteljskog gospodarstva: žitarice i zrnate mahunarke. Zagreb, Hrvatsko agronomsko društvo (1997.).
4. Hodges SC (2010). *Soil Fertility Basics*. Soil Science Extension, North Carolina State Univ.
5. Internacional Organization for Standardization (1994.): Soil quality - Determination of pH. ISO 10390:1994.
6. Internacional Organization for Standardization (1995.): Soil quality – Determination of carbonate content – Volumetric method. ISO 10693:1995.
7. Internacional Organization for Standardization (1998.): Soil quality - Determination of organic carbon by sulfochromic oxidation. ISO 14235:1998.
8. Josipović, M., Kovačević, V. Petosic D., Sostaric Jasna (2005.): Wheat and maize yield variations in the Brod-Posavina area. *Cereal Research Communications* 33 (1): 229-233.
9. Karalić, K. (2009.): Utvrđivanje potrebe u kalcizaciji i utjevaj kalcizacije na status hraniva u tlu. Psijek, Poljoprivredni fakultet, doktorska disertacija
10. Kovačević, E. (2011.): Fosfor i kalij kao faktori ograničenja kukuruza na području Bjelovarsko-bilogorske županije. Osijek, Poljoprivredni fakultet, diplomski rad
11. Kovačević, V., Banaj, Đ (2007.): Reakcija kukuruza i zobi na gnojidbu fosforom i kalijem. *Agroznanje* 8 (2007), 2; 21-26.



12. Kovačević, V., Banaj, Đ. (2003.): Reakcija kukuruza na gnojidbu i svojstva tla. *Agroznanje* 4 (2003.), 1; 87-96.
13. Kovačević, V., Bertić, B., Grgić D. (1993): Response of maize, barley, wheat and soybean to liming on acid soils. *Rostlinna výroba* 39 (1), 41-52.
14. Kovačević, V., Stojić, B., Rastija, M., Bukvić, G., Antunović, M. (2006.): Reakcija kukuruza na melioracijsku gnojidbu fosforom i kalijem. *Zbornik radova*, 41. hrvatski i 1. međunarodni znanstveni skup agronoma. Opatija, 423-424.
15. Kovačević, V., Komljenović, I., Marković, M., Đurašinović, G. (2010.): Reakcija kukuruza na kalcizaciju u Potkozarju. *Agroznanje* (1512-6412) 11 (2010), 2; 29-36.
16. Kovačević, V., Maklenović, V., Jolankai, M. (2009.): oborinski i temperaturni režim kao faktori prinosa kukuruza u Hrvatskoj, Srbiji i Mađarskoj. *Agroznanje*, Vol 10, broj 3, str 67-75.
17. Lauer, J., (2003.): What happens within the corn plant when drought occurs?. *Wisconsin corn agronomy*, (2003.), 10(22), 153-156.
18. Lončarić, Z., Karalić, K., Vukadinović, V., Bertić, B., Kovačević, V. (2005): Variation of liming recommendation caused by calculation approach. *Plant nutrition for food security, human and environmental protection. Fifteenth International Plant Nutrition Colloquim*. C. J. Li et al. (ed.). Tsinghua University Press. Beijing. China. (2005.): 1042-1043.
19. Lončarić, Z., Popović, B., Ivezić, V., Karalić, K., Manojlović, M., Čabilovski, R., Lončarić, R. (2014.): Mineralna i organska gnojidba na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima u pograničnom području Hrvatske i Srbije. *Zbornik radova* 49. hrvatskog i 9. međunarodnog simpozija agronoma. Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Osijeku, Osijek 77-81.
20. Mesić, M., Husnjak, S., Bašić, F., Kisić, I., Gašpar, I. (2009.): Suvišna kiselost tla kao negativni čimbenik razvitka poljoprivrede u Hrvatskoj. *Zbornik radova*, 44. hrvatski i 4. međunarodni simpozij agronoma. Opatija (2009.), 9-18.

21. Miljković, N. (2005.): Meliorativna pedologija. Poljoprivredni fakultet Novi Sad. Novi Sad, Srbija.
22. Rastija, M., Kovačević, V., Rastija, D., Šimić, D. (2010.): Manganese and zinc concentrations in maize genotypes grown on soils differing in acidity. *Acta agronomica Hungarica* (0238-0161) **58** (2010), 4; 385-393.
23. Šimić, B., Ćosić, J., Duvnjak, V., Andrić, L., Liović, I. (2010.): Utjecaj gnojidbe na gospodarska svojstva kukuruza šećerca. *Sjemenarstvo* 3-4 (2010.), 27; 133-137.
24. Vukadinović, V., Bertić, B. (1989.): Praktikum iz agrokemije i ishrane bilja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
25. Vukobratović, Ž., Vukobratović, M., Lončarić, Z., Žibrin, D., Popović, B. (2011.): Usporedba konvencionalne i ekološke proizvodnje kukuruza i soje. Zbornih sažetaka 46. hrvatskog i 6. međunarodnog simpozija agronoma. Opatija (2011.), 145-156.

## 8. SAŽETAK

Kukuruz je podrijetlom iz Centralne Amerike, a nakon otkrića američkog kontinenta prenesen je i proširen u Europu i druge kontinente. Uzgaja se u cijelome svijetu, a područje uzgoja vrlo je veliko, što mu omogućuje različita duljina vegetacije, raznolika mogućnost upotrebe i sposobnost kukuruza da može uspijevati na lošijim tlima i u lošijim klimatskim uvjetima. U okviru diplomskog rada cilj je bio prikazati razliku između gnojidbe pojedinačnim i kompleksnim mineralnim gnojivima kroz nekoliko aspekata: ušteda aktivne tvari i ekonomska isplativost gnojidbe pojedinačnim gnojivima, pogodnost pojedinačnih gnojiva za preciznu gnojdbenu bilancu u proizvodnim sustavima u RH, značaj precizne aplikacije gnojiva zbog heterogenosti proizvodnih površina na malim i velikim proizvodnim sustavima, pozitivan utjecaj optimalne gnojidbe na prinos, svojstva tla i okoliš. Komparacija primjene pojedinačnih i kompleksnih gnojiva pri gnojidbi kukuruza, ukazuje na povoljniju cijenu pojedinačnih gnojiva. Cijena kod konvencionalne gnojidbe sa pojedinačnim gnojivima iznosi 1.445,50 kn/ha prosječno, dok kod kompleksnih gnojiva iznosi 5.655 kn/ha prosječno. Gnojidba kukuruza kod konvencionalne gnojidbe jeftinija je gnojidbom pojedinačnih gnojiva za više od 4000 kn/ha u odnosu na kompleksna gnojiva. Ovo je prilično radikalan rezultat jer se radi o tlu siromašno opskrbljenom kalijem pa su rezultati ekstremni, a s druge strane ukazuju na neophodnost upotrebe pojedinačnim gnojivima u takvim situacijama. Udio gnojidbe u ukupnim varijabilnim troškovima kod konvencionalne gnojidbe za kompleksna gnojiva iznosi 52 %, a za pojedinačna gnojiva iznosi 15 %. Nadalje, ostvareni prinosi prema postavljenoj shemi pokusa bili su: 7,9 tha-1 na kontroli (bez gnojidbe), te 9,5 tha-1 (konvencionalna gnojdaba kompleksnim gnojivima), odnosno 10,05 tha-1 (precizna gnojidba pojedinačnim gnojivima).

**Ključne riječi: kukuruz, precizna, kompleksna, gnojiva, prinos**

## 9. SUMMARY

Maize is originally from Central America, and after the discovery of the American continent was transferred and expanded to Europe and other continents. It is grown throughout the world, and the growing area is very large, enabling different length of vegetation, varied possibilities of utilization and the ability of corn that can grow on poor soils and poor climatic uvjetima. Tthesis objective was to show the difference between individual and fertilization complex mineral fertilizers through several aspects: the saving of the active substance and the economic viability of individual fertilization fertilizers, fertilizer for the convenience of single precision fertilizer balance in production systems in Croatia, the importance of precise application of fertilizer because of the heterogeneity of production areas in small and large production systems, positive impact on the optimal fertilization yield, soil properties and enviroment. Comparisssion of individual and complex fertilizers application in the fertilization of corn, indicating the favorable price of individual fertilizers. Price for conventional fertilization with individual fertilizers is 1,445.50 € / ha on average, while in complex fertilizers amounted to 5,655 € / ha on average. Fertilization of corn in conventional production is cheaper by fertilization with individual fertilizer for more than £ 4000 / ha compared to the complex fertilizer. This is quite a radical result because it is a poor soil stocked potassium and results extreme, on the other hand call for the use of the individual fertilizers such cases. Fertilization ratio in total variable costs in conventional production for complex fertilizers is 52% and for individual fertilizer is 15%. Furthermore, the yields according to a set scheme of the experiment were 7.9 tha-1 in the control (without fertilization), and 9.5 tha-1 (conventional gnojdba complex fertilizers) or 10.05 tha-1 (single precision fertilization fertilizers ).

**Key words: corn, precise, conventional, fertilizer, yield**

## 10. POPIS SLIKA

|  |    |
|--|----|
| Slika 1. Uzorkovanje: slike a) i b) - uzimanje pojedinačnog uzorka sondom; slike c), d) i e) - uzimanje pojedinačnih uzoraka ašovom; slika f) - miješanje pojedinačnih uzoraka; slike g) i h) - pakiranje prosječnog uzorka (izvor: Autorizirane pripreme za vježbe iz Pedologije, pripremio: dr.sc. Mario Sraka; Zagreb, 2008.).....str | 9  |
| Slika 2. Pokusna površina u Banovcima.....str  | 10 |
| Shema 1. Shema pokusa.....str  | 18 |

## 11. POPIS TABLICA

|   |        |
|---|--------|
| Tablica 1. Usporedba gnojidbe kukuruza formulacijom 15:15:15 i 7:20:30.....   | str 3  |
| Tablica 2. Podjela tala prema koncentraciji fosfora na temelju AL –metode.....  | str 13 |
| Tablica 3. Podjela tala prema koncentraciji kalija na temelju AL –metode.....   | str 13 |
| Tablica 4. Rezultati analize tla na lokalitetu Banovci.....   | str 15 |
| Tablica 5. Klasifikacija tala prema interpretacijskim vrijednostima rezultata<br>analize uzoraka.....   | str 15 |
| Tablica 6. Potrebna količina aktivne tvari (%) ovisno o razredu opskrbljenosti<br>tla hranivima.....  | str 19 |
| Tablica 7. Preporuke gnojidbe za kukuruz u kg/ha.....   | str 19 |
| Tablica 8. Preporučene doze kompleksnih gnojiva.....  | str 20 |
| Tablica 9. Preporučene doze kompleksnih gnojiva.....  | str 20 |
| Tablica 10. Preporučene doze pojedinačnih gnojiva.....  | str 20 |
| Tablica 11. Ukupna cijena odstupanja precizne gnojidbe u odnosu na kompleksnu za<br>pojedinačna i za kompleksna gnojiva u kn/ha kod kukuruza.....           | str 21 |
| Tablica 12. Komparacija kalkulacije proizvodnje kukuruza na temelju konvencionalne<br>gnojidbe i precizne gnojidbe za pojedinačna i kompleksna gnojiva..... | str 22 |
| Tablica 13. Status opskrbljenosti tla nakon gnojidbe.....   | str 22 |
| Tablica 14. Sadržaj osnovnih elemenata u zrnu kukuruza prije i<br>nakon postavljanja pokusa.....  | str 23 |

## **12. POPIS GRAFIKONA**

Grafikon 1. Klase opskrbljenosti tla fosforom prema AL-metodi.....str 16

Grafikon 2. Klase opskrbljenosti tla kalijem prema AL-metodi.....str 17

Grafikon 3. Prikaz rasta profita temeljem prinosa i odabira gnojiva..... str 2

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Diplomski rad

Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo

smjer: Biljna proizvodnja

**UDK:**

**Znanstveno područje: Biotehničke znanosti**

**Znanstveno polje: Poljoprivreda**

Razlike između gnojidbe pojedinačnim i kompleksnim gnojivima s ciljem racionalizacije proizvodnje kukuruza

Ivan Bradarić

## Sažetak

U okviru diplomskog rada cilj je bio prikazati razliku između gnojidbe pojedinačnim i kompleksnim mineralnim gnojivima kroz nekoliko aspekata: ušteda aktivne tvari i ekonomska isplativost gnojidbe pojedinačnim gnojivima, pogodnost pojedinačnih gnojiva za preciznu gnojdbenu bilancu u proizvodnim sustavima u RH, značaj precizne aplikacije gnojiva zbog heterogenosti proizvodnih površina na malim i velikim proizvodnim sustavima, pozitivan utjecaj optimalne gnojidbe na prinose, svojstva tla i okoliš. Komparacija primjene pojedinačnih i kompleksnih gnojiva pri gnojidbi kukuruza, ukazuje na povoljniju cijenu pojedinačnih gnojiva. Cijena kod konvencionalne gnojidbe sa pojedinačnim gnojivima iznosi 1.445,50 kn/ha prosječno, dok kod kompleksnih gnojiva iznosi 5.655 kn/ha prosječno. Gnojidba kukuruza kod konvencionalne gnojidbe jeftinija je gnojidbom pojedinačnih gnojiva za više od 4000 kn/ha u odnosu na kompleksna gnojiva. Ovo je prilično radikalni rezultat jer se radi o tlu siromašno opskrbljenom kalijem pa su rezultati ekstremni, a s druge strane ukazuju na neophodnost upotrebe pojedinačnih gnojivima u takvim situacijama. Udio gnojidbe u ukupnim varijabilnim troškovima kod konvencionalne gnojidbe za kompleksna gnojiva iznosi 52 %, a za pojedinačna gnojiva iznosi 15 %. Nadalje, ostvareni prinosi prema postavljenoj shemi pokusa bili su: 7,9 tha-1 na kontroli (bez gnojidbe), te 9,5 tha-1 (konvencionalna gnojidba kompleksnim gnojivima), odnosno 10,05 tha-1 (precizna gnojidba pojedinačnim gnojivima).

**Rad je izrađen:** Zavod za agroekologiju Poljoprivredni fakultet u Osijeku

**Mentor:** doc. dr. sc. Brigita Popović

**Broj stranica:**

**Broj tablica:**

**Broj literaturnih navoda:**

**Jezik izvornika:**

**Ključne riječi:**

**Datum obrane:**

## Stručno povjerenstvo za obranu:

1. dr. sc. Vladimir Ivezić, predsjednik
2. doc. dr. sc. Brigita Popović, mentor i član
3. doc. dr. sc. Krunoslav Karalić, član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilištu u Osijeku, Kralja Petra Svačića



## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

**University Josip Juraj Strossmayer Osijek**

**Graduate thesis**

**University graduate study**

**UDK:**

**Scientific Area: Biotechnical Sciences**

**Scientific Field: Agronomy**

Differences in fertilization approach by using individual and complex fertilizer with a view to rationalizing production of corn

Ivan Bradarić

### **Summary**

Thesis objective was to show the difference between individual and fertilization complex mineral fertilizers through several aspects: the saving of the active substance and the economic viability of individual fertilization fertilizers, fertilizer for the convenience of single precision fertilizer balance in production systems in Croatia, the importance of precise application of fertilizer because of the heterogeneity of production areas in small and large production systems, positive impact on the optimal fertilization yield, soil properties and environment. Comparison of individual and complex fertilizers application in the fertilization of corn, indicating the favorable price of individual fertilizers. Price for conventional fertilization with individual fertilizers is 1,445.50 € / ha on average, while in complex fertilizers amounted to 5,655 € / ha on average. Fertilization of corn in conventional production is cheaper by fertilization with individual fertilizer for more than £ 4000 / ha compared to the complex fertilizer. This is quite a radical result because it is a poor soil stocked potassium and results extreme, on the other hand call for the use of the individual fertilizers such cases. Fertilization ratio in total variable costs in conventional production for complex fertilizers is 52% and for individual fertilizer is 15%. Furthermore, the yields according to a set scheme of the experiment were 7.9 tha<sup>-1</sup> in the control (without fertilization), and 9.5 tha<sup>-1</sup> (conventional gnojdba complex fertilizers) or 10.05 tha<sup>-1</sup> (single precision fertilization fertilizers).

**Thesis performed at** Department of agroecology Faculty of Agriculture in Osijek

**Supervisor:** Ph.D Brigita Popović, professor asisstant

**Number of pages:**

**Number of tables:**

**Number of references:**

**Original in:** Croatian

**Key words:**

**Reviewers:**

1. dr. sc. Vladimir Ivezić, predsjednik
2. doc. dr. sc. Brigita Popović, mentor i član
3. doc. dr. sc. Krunoslav Karalić, član

**Thesis deposited in:** National and University Library, Hrvatske bratske zajednice bb and University of Osijek, Petra Svačića 1d