

IZVORNI ZNANSTVENI RAD

Utjecaj kalcizacije i gnojidbe na promjene kemijskih svojstava tla i prinos kukuruza

Domagoj Rastija¹, Zdenko Lončarić¹, Željko Škripek¹, Božica Japundžić-Palenkić², Aleksandar Varoščić³

¹Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska (e-mail: drastija@pfos.hr)

²Veleučilište u Slavanskom Brodu, Trg Stjepana Miletića 12, 35000 Slavonski Brod, Hrvatska

³Belje d.d., Industrijska zona 1, Mece, Darda, Hrvatska

Sažetak

Cilj ovog rada je utvrditi promjene kemijskih svojstava tla pet godina nakon kalcizacije uz kontinuiranu gnojidbu, te utjecaj gnojidbe i kalcizacije na prinos zrna i nadzemne mase stabljike kukuruza. Provedenim istraživanjima na dva lokaliteta u istočnoj Slavoniji utvrđeno je da je kalcizacija utjecala na smanjenje kiselosti tla na oba lokaliteta. Mineralna gnojidba je kroz razdoblje od pet godina povećala opskrbljenosti tla fosforom za oko 5 mg P₂O₅ (100g)⁻¹, i kalijem za oko 6,5 mg K₂O (100g)⁻¹, dok je pojačana gnojidba povećala opskrbljenosti tla i fosforom i kalijem za više od 10 mg(100g)⁻¹. Na prinos zrna kukuruza utjecala je samo gnojidba, dok je na prinos nadzemne mase stabljike kukuruza utjecala i gnojidba i kalcizacija.

Ključne riječi: kalcizacija, gnojidba, kemijska svojstva tla, prinos kukuruza

Uvod

Intenziviranje ratarske proizvodnje u Hrvatskoj jedan je od imperativa razvoja poljoprivrede u cjelini, budući da je to grana razvoja u kojoj Hrvatska nalazi svoju šansu za budućnost. Intenzivna biljna proizvodnja u relativno uskom plodoredu (jarina-strnina), ima za posljedicu veliko iznošenje kalcija i deblans u opskrbi s ovim hranivom (*Butorac, 1999*). Niska razina opskrbljenosti naših tala hranivima, osobito na obiteljskim gospodarstvima (*Bašić, 1995*) na kojima Hrvatska temelji razvoj svoje poljoprivrede, dodatno ukazuje na složenost ove problematike. Slijedeći čimbenik koji još više otežava ovu situaciju je velika prostorna zastupljenost kiselih tala (lesivirano, lesivirano pseudoglejno tlo, pseudoglej, itd). Pretpostavlja se da u Panonskoj regiji Hrvatske, gdje se proizvodi više od 70% poljoprivrednih sirovina, ima preko 70% tala na kojima je u nekom obliku potrebno provesti kalcizaciju (*Bogunović i sur., 1998*). Kukuruz je najzastupljeniji ratarski usjev na oranicama u Republici Hrvatskoj, pa tako i na lesiviranim tlima. Nepogodnost lesiviranih kiselih tala očituje se kao nedostatak ili nepristupačnost biogenih elemenata kao što su kalcij, magnezij, molibden i fosfor, te toksičnost aluminija i mangana. Gnojidba se u većini slučajeva ne provodi u skladu s analizama tla što dodatno doprinosi neuravnoteženoj pristupačnosti hraniva i iskoristivosti u takvim tlima, te su unatoč visokom potencijalu rodnosti domaćih kultivara pšenice i kukuruza prinosi značajno niži (*Rastija, 2006*). Stoga je i cilj ovoga rada utvrditi promjene kemijskih svojstava tla pet godina nakon kalcizacije uz kontinuiranu gnojidbu te utjecaj gnojidbe i kalcizacije na prinos zrna i nadzemne mase stabljike kukuruza.

Materijal i metode

Istraživanja su provedena 2007. godine na lokalitetima Donji Miholjac i Zelčin na području istočne Slavonije. Poljski pokusi je postavljen 2002. godine na lesiviranim tlima kisele reakcije po planu slučajnog blokno rasporeda u 3 ponavljanja, prilikom čega je obavljena kalcizacija na osnovu ciljnog pH i ciljnog stupnja zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama (*Lončarić i sur., 2005.*) Kalcizacija je obavljena s 10 t karbokalka po hektaru u jesen 2002. godine. Osnovne parcele su pravokutnog oblika površine 70m² (10m x 7m). Gnojidba za kukuruz 2006./07. godine provedena je u dvije razine: NPK=200 kg N/ha, 150 kg P₂O₅/ha, 300 kg K₂O/ha, odnosno N₂P₂K₂=300 kg N/ha, 300 kg P₂O₅/ha, 450 kg K₂O/ha. Ukupna količina fosfora i kalija primjenjena je prilikom osnovne obrade tla (prije oranja na dubinu 30 cm) zajedno s polovinom ukupne količine dušika. Preostala količina dušika razdjeljena je neposredno prije predsetvene obrade tla i u prihrani prilikom kultivacije u fazi 6-8 listova, što je rezultiralo slijedećim varijantama:

A- Kontrola (bez gnojidbe)

B- NPK - gnojidba

C- Ca - kalcizacija (10 t karbokalka/ha- jesen 2002.)

D-Ca+NPK - gnojidba i kalcizacija (10 t karbokalka/ha)

E-Ca+N₂P₂K₂ - gnojidba (viša razina) i kalcizacija (10 t karbokalka/ha- jesen 2002.)

U uzorcima tla uzetim u studenome 2002. godine i u listopadu 2007. godine s dubine 0-30 cm određena je aktualna i supstitucijska kiselosti, pristupačnost fosfora i kalija, sadržaj humusa i hidrolitička kiselost. Aktualna i supstitucijska kiselost tla (pH u vodi i 1M KCl-u) utvrđene su elektrokemijskim mjerenjem, a sadržaj humusa bikromatnom metodom. Lakopristupačni fosfor i kalij (P₂O₅ i K₂O) određeni su amonij-laktat metodom (Egner et al., 1960.), uz molibdat-vanadatski postupak za fosfor i emisijsko mjerenje kalija na atomskom apsorpcijskom spektrofotometru kod 766,5 nm (Vukadinović i Bertić, 1988.). Prilikom berbe kukuruza određena je masa klipova s pokusne parcele. Nakon toga odvojeno je pet prosječnih klipova za laboratorijske analize, na kojima je određen udio oklaska i postotni sadržaj vode u zrnu. Prinos zrna kukuruza izražen je na bazi 14% vode. Prinos nadzemnog dijela stabljike kukuruza određen je vaganjem 20 prosječnih stabljika, a izražen je na bazi apsolutno suhe tvari. Statistička obrada podataka obavljena analizom varijance pomoću PC aplikacija Microsoft Excel i Statistika.

Rezultati i rasprava

Promjene kemijskih svojstava tla

Na oba lokaliteta prije postavljanja pokusa utvrđena je siromašna opskrbljenost fosforom, a dobra kalijem. Prema Škoriću (1982.) sadržaj humusa na oba lokaliteta je vrlo slab, a reakcija tla je jako kisela (Tablica 1.).

Tablica 1. Kemijske značajke tla (jesen 2002.)

| Lokalitet | pH(KCl) | AL-P ₂ O ₅ | AL-K ₂ O | Humus | Hk |
|------------|---------|----------------------------------|---------------------|-------|---------------------------|
| | | mg(100g) ⁻¹ | | % | cmol (+) kg ⁻¹ |
| D.Miholjac | 3,91 | 10,22 | 15,15 | 1,28 | 4,15 |
| Zelčin | 4,09 | 7,01 | 18,22 | 1,45 | 3,92 |

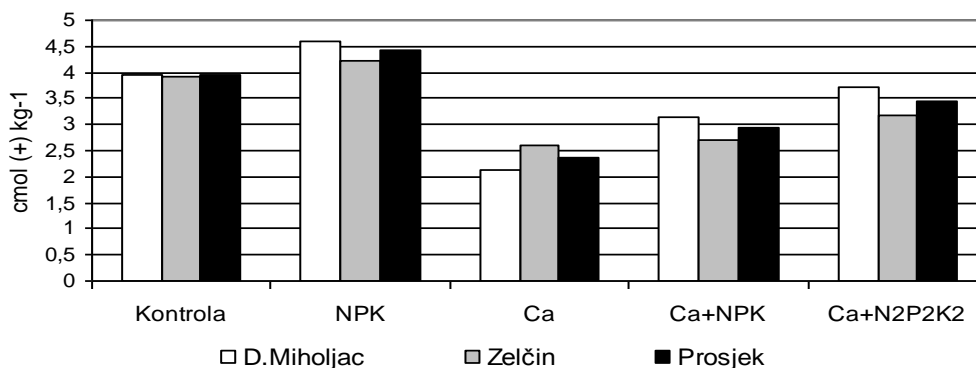
Nakon pete godine istraživanja najniže vrijednosti pH u KCl-u (Tablica 2.) utvrđene su na kontrolnoj varijanti. Promatrajući tretmane koji su uključivali kalcizaciju vidljiv je trend povećanja kiselosti tla kako se povećavaju doze primjenjenih mineralnih gnojiva, iako je statistički značajna razlika utvrđena samo između varijanti kalcizacije bez gnojidbe i kalcizacije s pojačanom gnojidbom. Najviša pH vrijednost ($\text{pH}_{\text{KCl}}=5,12$) izmjerena je u Zelčinu na kalciziranoj varijanti, a najniža u D. Miholjcu na kontrolnom tretmanu.

Tablica 2. Supstitucijska kiselost tla

| | Kontrola | NPK | Ca | Ca+NPK | Ca+N ₂ P ₂ K ₂ | Prosjek |
|------------|----------|--------|--------|---------|-------------------------------------------------|---------|
| D.Miholjac | 3,97 | 4,01 | 4,89 | 4,62 | 4,41 | 4,38 a |
| Zelčin | 4,11 | 4,17 | 5,12 | 5,09 | 4,96 | 4,69 b |
| Prosjek | 4,05 a | 4,09 a | 5,01 c | 4,85 bc | 4,69 b | |

* razlike između vrijednosti s istim slovom nisu značajne na 5%-tnoj razini

Statistički značajno najniže vrijednosti hidrolitičkog aciditeta utvrđene su na kalciziranoj varijanti pokusa (Grafikon 1.). Gnojidbeni tretmani koji su uključivali kalcizaciju također su imali niže vrijednosti hidrolitičkog aciditeta. Najviše vrijednosti utvrđene su na gnojidbenom tretmanu bez kalcizacije.



Grafikon 1. Hidrolitički aciditet

Dobiveni rezultati potvrđuju već poznata saznanja da kalcizaciju tla koja se koristi u intenzivnoj ratarskoj proizvodnji treba s vremena na vrijeme ponoviti jer je nakon pet godina gotovo došlo do izjednačavanja vrijednosti hidrolitičkog aciditeta na kontrolnom tretmanu i tretmanu pojačane gnojidbe s kalcizacijom.

Gnojidba je statistički značajno utjecala na povećanje sadržaja P_2O_5 . Veći sadržaj P_2O_5 je utvrđen na varijantama normalne gnojidbe, a najveća prosječna vrijednost za oba lokaliteta ($19,97 \text{ mg}(100\text{g})^{-1}$) je bila na varijanti pojačane gnojidbe s kalcizacijom, dok je najniži sadržaj P_2O_5 zabilježen na kalciziranom tretmanu. Najveći sadržaj biljci pristupačnog fosfora ($21,93 \text{ mg}(100\text{g})^{-1}$) izmjeren je na varijanti pojačane gnojidbe s kalcizacijom na lokalitetu D. Miholjac, a najniži ($7,30 \text{ mg}(100\text{g})^{-1}$) na kontrolnom tretmanu u Zelčinu (Tablica 3.). Normalna gnojidba kroz razdoblje od 5 godina na pojedinim parcelicama je dovela do povećanja opskrbljenosti tla fosforom za oko $5 \text{ mg}(100\text{g})^{-1}$, dok je pojačana gnojidba povećala opskrbljenost tla za više od $10 \text{ mg}(100\text{g})^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$.

Tablica 3. Sadržaj lakopristupačnog (AL-topivog) P_2O_5 u $mg(100g)^{-1}$

| | Kontrola | NPK | Ca | Ca+NPK | Ca+N ₂ P ₂ K ₂ | Prosjek |
|------------|----------|---------|--------|---------|-------------------------------------------------|---------|
| D.Miholjac | 10,53 | 16,87 | 11,30 | 16,13 | 21,93 | 15,35 b |
| Zelčin | 7,30 | 12,37 | 7,43 | 11,90 | 18,00 | 11,40 a |
| Prosjek | 8,92 a | 14,62 b | 9,37 a | 14,02 b | 19,97 c | |

* razlike između vrijednosti s istim slovom nisu značajne na 5%-tnoj razini

Sadržaj lakopristupačnog K_2O (Tablica 4.) kretao se u rasponu od $14,32 mg(100g)^{-1}$ na varijanti kalcizacije u Zelčinu do $31,30 mg(100g)^{-1}$ na varijanti pojačane gnojidbe s kalcizacijom na lokaciji D. Miholjac. Analizom varijance utvrđena je statistički značajna razlika između svih varijanata. Uspoređujući kontrolu i kalcizirani tretman, kao i gnojidbeni tretman i tretman gnojidbe s kalcizacijom, došlo je do smanjenja opskrbljenosti tla biljci pristupačnim kalijem na kalciziranom tretmanu i tretmanu gnojidbe s kalcizacijom. Ove razlike u opskrbljenosti mogu se pripisati većim biološkim prinosima na kalciziranim tretmanima od početka zasnivanja pokusa. U odnosu na kontrolni tretman gnojidba je povećala opskrbljenost tla biljci pristupačnim kalijem za oko $6,5 mg(100g)^{-1}$ ili $1,3 mg(100g)^{-1}$ godišnje, dok je pojačana gnojidba rezultirala povećanjem opskrbljenosti tla za $10,6 mg(100g)^{-1}$ ili $2,1 mg(100g)^{-1}$ godišnje.

Tablica 4. Sadržaj lakopristupačnog (AL-topivog) K_2O u $mg(100g)^{-1}$

| | Kontrola | NPK | Ca | Ca+NPK | Ca+N ₂ P ₂ K ₂ | Prosjek |
|------------|----------|---------|---------|---------|-------------------------------------------------|---------|
| D.Miholjac | 18,14 | 26,77 | 16,66 | 23,06 | 31,30 | 23,19 b |
| Zelčin | 15,70 | 24,79 | 14,32 | 23,69 | 25,80 | 20,86 a |
| Prosjek | 16,92a | 25,78 c | 15,49 a | 23,38 b | 28,55 d | |

* razlike između vrijednosti s istim slovom nisu značajne na 5%-tnoj razini

Prinosi zrna i nadzemne mase kukuruza

Prinos kukuruza na oba lokaliteta na kontrolnom tretmanu je bio vrlo nizak, a neznatno viši na tretmanu kalcizacije. Statistički značajno viši prinosi ostvareni su na gnojidbenom tretmanu ($7,25 t ha^{-1}$), kao i tretmanu kalcizacije i gnojidbe ($7,56 t ha^{-1}$). Najviši prosječni prinos zrna ($9,20 t ha^{-1}$) postignut na tretmanu pojačane gnojidbe s kalcizacijom, što je rezultiralo prosječnim povećanjem prinosa za $3,79 t ha^{-1}$ u odnosu na kontrolu. Prinos nadzemne mase na oba lokaliteta na kontrolnom tretmanu bio je vrlo nizak. Na tretmanu kalcizacije vidljivo je statistički značajno povećanje prinosa. Signifikantno viši prinos nadzemne mase utvrđen je na gnojidbenom tretmanu, te na tretmanu kalcizacije i gnojidbe. Najviši prinos nadzemne mase stabljike kukuruza ostvaren je na tretmanu pojačane gnojidbe s kalcizacijom. Tretman kalcizacije i pojačane gnojidbe na oba lokaliteta rezultirao je prosječnim povećanjem prinosa za oko $4,0 t ha^{-1}$ u odnosu na kontrolu.

Tablica 5. Prinos zrna i nadzemne mase stabljike kukuruza t ha⁻¹

| | Kontrola | NPK | Ca | Ca+NPK | Ca+N ₂ P ₂ K ₂ | Prosjeak |
|-----------------------------------------|----------|--------|--------|--------|-------------------------------------------------|----------|
| Prinos zrna kukuruza | | | | | | |
| D.Miholjac | 4,99 | 7,01 | 5,20 | 7,19 | 9,01 | 6,68 a |
| Zelčin | 5,83 | 7,48 | 6,05 | 7,92 | 9,39 | 7,34 b |
| Prosjeak | 5,41 a | 7,25 b | 5,63 a | 7,56 b | 9,20 c | |
| Prinos nadzemne mase stabljike kukuruza | | | | | | |
| D.Miholjac | 4,64 | 6,26 | 5,65 | 6,85 | 8,67 | 6,41 ns |
| Zelčin | 4,85 | 7,18 | 5,79 | 7,53 | 8,86 | 6,84 ns |
| Prosjeak | 4,74 a | 6,72 c | 5,72 b | 7,19 c | 8,77 d | |

* razlike između vrijednosti s istim slovom nisu značajne na 5%-tnoj razini

* ns nema statistički značajnih razlika

Zaključak

Kalcizacija je utjecala na smanjenje kiselosti tla na oba lokaliteta Na gnojidbenim tretmanima u kombinaciji s kalcizacijom s povećanjem količine primjenjenih mineralnih gnojiva došlo je do smanjenja pH u odnosu na kalciziranu varijantu pokusa bez gnojidbe, što upućuje na dodatno zakiseljavanje tla upotrebom mineralnih gnojiva. Gnojidba mineralnim gnojivima je utjecala na povećanje sadržaja pristupačnog fosfora i kalija u tlu. Normalna gnojidba kroz razdoblje od 5 godina na povećala je opskrbljenosti tla fosforom za oko 5 mg(100g)⁻¹ i kalijem za oko 6,5 mg(100g)⁻¹, dok je pojačana gnojidba povećala opskrbljenosti tla i fosforom i kalijem za više od 10 mg(100g)⁻¹. Na prinos zrna kukuruza utjecala je samo gnojidba, dok je na prinos nadzemne mase stabljike kukuruza utjecala i gnojidba i kalcizacija.

Napomena:

U radu je prikazan dio rezultata objavljenih u diplomskom radu "Prinosi kukuruza na kalciziranom lešviranom tlu" koji je obranjen 24. 09. 2008. na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku.

Literatura

- Bašić F. (1995): Održiva poljoprivreda—temelj održivog razvitka. Hrvatske. Polj. znan. smotra, vol. 60/2: 237-247.
- Bogunović, M, Vidaček, Z., Husnjak, S. and Sraka, M. (1998.): Inventory of Soils in Croatia. Agric. conspec.sci., 63/3:105-112.
- Butorac A. (1999). Opća Agronomija, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb,
- Egner, H., Riehm, H., Domingo, W.R. (1960.): Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Boden II. Chemische Extraktionsmethoden zu Phosphor- und Kaliumbestimmung. K. Lantbr. Hogsk. Annlr. W.R., 26: 199-215.
- Lončarić, Z., Karalić, K., Vukadinović, V., Bertić B. and Kovacević V. (2005.): Variation of liming recommendation caused by calculation approach. C.J. Li et al., Plant nutrition for food security, human health and environmental protection. p. 1042-1043. Tsinghua University Press. Beijing, China
- Rastija, D. (2006.): Režim vlažnosti i prinosi kukuruza i pšenice na kalciziranim kiselim tlima. Disertacija. Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Škorić, A. (1982.): Praktikum iz pedologije, Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilista u Zagrebu, Zagreb

Vukadinović, V. i Bertić. B. (1988.): Praktikum iz agrokemije i ishrane bilja. Poljoprivredni fakultet Osijek.

Vukadinović, V. i Lončarić, Z. (1998.): Ishrana bilja. Poljoprivredni fakultet Osijek.

Liming and fertilization impact on soil chemical properties and maize yield

Abstract

The aim of this paper is to determine changes in the soil chemical properties five year after liming and mineral fertilization as well as liming impacts on grain and stalk yield of maize. Results shows that liming increased soil pH on two investigated locality in the eastern Slavonija. Five years after, the mineral fertilization increased soil available phosphorous for $5 \text{ mg}(100\text{g})^{-1}$ and potassium for $6,5 \text{ mg}(100\text{g})^{-1}$, while doubled mineral fertilization increased soil phosphorus and potassium availability for $10 \text{ mg}(100\text{g})^{-1}$. The both, mineral fertilization and liming affected maize stalk yield, while maize grain yield was influenced only by mineral fertilization.

Keywords: liming, mineral fertilization, soil chemical properties, maize yield