

Mineralna gnojidba fosforom i kalcizacija: II. Promjene kemijskih osobina tla

Zdenko Lončarić, Domagoj Rastija, Krunoslav Karalić, Brigita Popović, Boris Đurđević,
Meri Engler

Izvorni znanstveni rad

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

Sažetak

Cilj je istražiti učinak kalcizacije i gnojidbe P i K na pH tla i pristupačni P i K. Kalcizacija lesiviranog tla karbokalkom nakon 7 mjeseci rezultira očekivanim porastom pH tla uz porast % P u kupusu i količine AL-P u tlu. Mineralna gnojidba povećava pristupačnost P i K preostalih u tlu. AL metoda pouzdano utvrđuje porast pristupačnosti P u lesiviranom tlu uslijed P gnojidbe i kalcizacije prema neutralnom pH tla. Pristupačnost P u karbonatnom regosolu AL metoda ne utvrđuje dovoljno pouzdano i nije u skladu s reakcijom kupusa na gnojidbu. Pouzdanija na karbonatnom regosolu je ekstrakcija P s NaHCO_3 jer se pristupačni P tla povećava porastom P gnojidbe i u korelaciji je s P u biljnoj masi.

Cljučne riječi: AL-metoda, fosfor, kalcizacija, mineralna gnojidba, Olsen-P, pH

Uvod

U istočnoj Hrvatskoj značajna je rasprostranjenost kiselih tala s pH reakcijom kao limitirajućim činiteljem u uzgoju usjeva. Mnogi su autori u svojim istraživanjima utvrdili da kalcizacija kiselih tala povećava prinose usjeva, a neki od njih su zaključili da je kalcizacija učinkovitija u kombinaciji s fosfatnim gnojivima (Lopes i sur., 1994) ili da kalcizacija utječe i na povećani učinak gnojidbe fosforom (Hughes i sur., 2004). Najveći dio podataka o kontroli plodnosti tla u Hrvatskoj dobijen je uporabom AL metode i kompjutorskim analizama podataka pomoću razvijenih programa za izračun potreba u gnojidbi.

Cilj je ovoga rada bio istražiti kombinirani učinak kalcizacije i gnojidbe mineralnim oblikom fosfora i kalija na pH reakciju tla i pristupačni fosfor i kalij određen AL-metodom u kratkom razdoblju nakon kalcizacije i gnojidbe.

Materijal i metode

Prema fizikalnim i kemijskim svojstvima na dva izabrana lokaliteta u blizini Donjeg Miholjca determinirana su dva različita tipa tla: praškasto ilovasto lesivirano tlo i praškasto ilovasti regosol (karbonatni supstrat tijekom iskopavanja melioracijskih kanala deponiran je po proizvodnoj površini 1986. godine). Analize tla za postavljanje poljskog pokusa provedene su u proljeće 2003. godine. Svaka parcelica pokusa uzorkovana je sondom za uzimanje uzoraka tla (0-30 cm) prije provođenja kalcizacije i gnojidbe, te nakon berbe kupusa tako da je razdoblje između provedenih kemijskih analiza istih površina bilo 7 mjeseci (od travnja do studenog). Analiza pH reakcije tla provedena je u 1:5 (v/v) suspenziji tla u vodi i 1 M KCl otopini prema metodi ISO 10390 (ISO, 1994b), organska tvar tla je determinirana bikromatnom metodom propisanom ISO 14235 (ISO, 1998), a P i K ekstrahirani su amonij-laktat metodom prema Egner-Riehm-Domingu (Egner et al., 1960). Pošto je regosol alkalne reakcije, P je iz tla ekstrahirano i otopinom NaHCO_3 metodom po Olsenu propisanoj ISO 11263 (ISO, 1994a). Koncentracija P u ekstraktu tla određena je spektrofotometrijski plavom metodom, a K direktnim očitavanjem emisijom na AAS-u.

U proljeće 2003. godine provedena je kalcizacija lesiviranog tla na dubinu od 0-30 cm u tri različite varijante: bez kalcizacije (A1), 10 (A2) ili 20 (A3) t ha^{-1} karbokalka (nusprodukt u proizvodnji šećera u Tvornici šećera

Osijek s ukupnim sadržajem Ca 344 g kg⁻¹, P 4,6 g kg⁻¹, K 1,4 g kg⁻¹ i organski C 3,67 %, odnosno organska tvar 6,33 %). Također je provedena i mineralna gnojidba oba lokaliteta s tri različite količine hraniva (Tablica 1): bez gnojidbe (B1 tretman), standardna mineralna gnojidba (B2 tretman) i dvostruka gnojidba fosforom (B3 tretman). Gnojidba B2 i B3 tretmana provedena je s NPK gnojivom 6:18:36 (834 kg ha⁻¹) i KAN-om (185 kg ha⁻¹ startno + 370 kg u prihrani) te trostrukim superfosfatom (45% P₂O₅) samo za B3 tretman (333 kg ha⁻¹). Dvostruka P gnojidba postavljena je zbog utvrđivanja utjecaja kalcizacije na pristupačnost P u tlu. Veličina je svake pokusne parcelice 70 m² (7×10 m) po potpuno slučajnom blok sustavu postavljenom u tri ponavljanja.

Tablica 1. Provedeni tretmani kalcizacije i gnojidbe

Tretmani	Lesivirano tlo	Regosol
Kalcizacija (tretman A)	bez kalcizacije (A1)	kalcizacija 1986.
	10 t ha ⁻¹ karbokalka (A2)	
	20 t ha ⁻¹ karbokalka (A3)	
Gnojidba N:P ₂ O ₅ :K ₂ O (tretman B)	bez gnojidbe (B1) - 0: 0: 0	
	standardna gnojidba (B2) - 200:150:300	
	dvostruka gnojidba fosforom (B3) - 200:300:300	

Sadnja hibrida kupusa obavljena je 10. lipnja 2003. godine, a berba je obavljena nakon 90 dana. Prilikom berbe vagana je ukupna nadzemna masa 10 biljaka za svaki tretman, te masa 10 glavica istih biljaka. Također, posebno su uzorkovane glavice kupusa i ostatak lista radi utvrđivanja postotnog udjela suhe tvari u svježoj masi i koncentracije P u glavici i listu kupusa.

Statistička analiza podataka obavljena je analizom varijance pomoću programa Microsoft Excel i StatSoft Statistica. U tabličnim prikazima rezultati su označeni slovima, a razlika između tretmana označenih različitim slovom značajne su na 99% razini.

Rezultati i rasprava

Utvrđena je vrlo kisela pH reakcija lesiviranog tla i slabo alkalna reakcija regosola (Tablica 2). Oba tla su slabo humozna i srednje opskrbljena pristupačnim AL-fosforom. Lesivirano je tlo srednje opskrbljeno, a regosol slabo opskrbljen kalijem. Rezultati analize P pokazuju da su rezultati dvije različite metode, AL i NaHCO₃ ekstrakcije, potpuno različiti. Naime, prema rezultatima AL metode tla su u istom rangu dobre opskrbljenosti tla pristupačnim P, čak je regosol nešto bogatiji. Međutim, pristupačnog Olsen-P lesivirano tlo ima dvostruko više nego regosol. Iako je generalno prihvaćeno da su kiseli ekstraktanti (AL) prikladniji za kisela tla, a reagensi sa bikarbonatima pogodniji za karbonatna tla, postoje rezultati da se Olsen ekstraktant (NaHCO₃) može adekvatno koristiti i na kiselim tlima (Farina i Channon, 1979, Smith i Sanchez, 1982). Razlike između rezultata tih dviju analiza razumljive su s obzirom na različitu kiselost tala što je i opisano u istraživanjima tih dviju metoda u Hrvatskoj (Lončarić i sur., 2006.).

Tablica 2. Agrokemijska svojstva tala na ispitivanim lokalitetima prije kalcizacije i gnojidbe

Svojstvo	Metoda	Lesivirano tlo	Regosol
pH _{KCl}	1:5 (v/v) ISO 10390	4,02	7,14
pH _{H2O}	1:5 (v/v) ISO 10390	5,27	7,46
humus (%)	bikromatna, ISO 14235	1,66	1,42
P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	AL, Egner et al. (1960)	203	217
K ₂ O (mg kg ⁻¹)	AL, Egner et al. (1960)	205	139
P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	NaHCO ₃ (Olsen), ISO 11263	120	55

Provedena kalcizacija karbokalkom i aplikacija mineralnih gnojiva utjecali su na promjenu pH reakcije tla. Iako je nakon gnojidbe na lesiviranom tlu najviši pH izmjeren na kontrolnoj površini bez gnojidbe (5,18), a najniži na standardno gnojenoj površini (4,89), razlike nisu statistički značajne (Tablica 3). Zbog posebnosti regosola na kojem nije provedena kalcizacija, u tablici 3 prikazane su nove pH vrijednosti samo na lesiviranom tlu. Iako je od provođenja kalcizacije prošlo samo 7 mjeseci, utvrđen je vrlo značajan ($P < 0,001$) utjecaj na promjenu pH vrijednosti tla te je 10 tha^{-1} karbokalka utjecalo na prosječno povećanje izmjenjive pH reakcije tla (pH_{KCl}) za 0,97 pH jedinica, a 20 tha^{-1} karbokalka za 1,83 pH jedinica u odnosu na nekalciziranu površinu. Promjena trenutne kiselosti tla ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$) na istim je tretmanima nešto manja (0,71 i 1,08 pH jedinica). Analiza kiselosti svake pojedine parcelice prije i nakon provedene kalcizacije potvrđuje značajnu ($P < 0,001$) promjenu pH_{KCl} tretmanima kalcizacije. Tako je na nekalciziranim površinama izmjereno prosječno povećanje pH_{KCl} za 0,12 (a), uz 10 tha^{-1} karbokalka 1,08 (b) te uz 20 tha^{-1} 1,93 (c) pH jedinice.

Kalcizacija i mineralna gnojidba u kratkom ispitivanom razdoblju nisu utjecali na promjenu sadržaja humusa u tlu. Jedina razlika utvrđena je između lokaliteta, kako prije postavljanja pokusa (Tablica 2), tako i 7 mjeseci kasnije (1,73 i 1,46 %).

Tablica 3. Utjecaj gnojidbe i kalcizacije na promjenu pH reakcije lesiviranog tla

Gnojidba	pH_{KCl} kalcizacija				$\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ kalcizacija			
	0 tha^{-1}	10 tha^{-1}	20 tha^{-1}	prosjeck	0 tha^{-1}	10 tha^{-1}	20 tha^{-1}	prosjeck
bez gnojidbe	4,19	5,03	6,33	5,18 ns	5,45	6,07	6,62	6,05 ns
200:150:300	4,12	4,73	5,83	4,89 ns	5,35	5,85	6,40	5,87 ns
200:300:300	4,09	5,54	5,72	5,12 ns	5,37	6,39	6,39	6,05 ns
Prosjeck	4,13 a	5,10 b	5,96 c		5,39 a	6,10 b	6,47 c	

Mineralna gnojidba utjecala je na značajnu ($P < 0,05$) razliku koncentracije pristupačnog K na kontrolnim (prosjeck za oba tla $173 \text{ mg K}_2\text{O kg}^{-1}$) i gnojnim parcelicama (200 i $207 \text{ mg K}_2\text{O kg}^{-1}$) nakon vegetacije kupusa. Međutim, analiza koncentracije K prije gnojidbe i nakon vegetacije na istim parcelicama pokusa nije rezultirala potvrdom statističke značajnosti promjena koncentracije pristupačnog K. Ipak, utvrđeno je prosjeckno smanjenje koncentracije K na kontrolnim parcelicama lesiviranog tla za $2,7 \text{ mg K}_2\text{O kg}^{-1}$, na parcelicama standardne gnojidbe nije bilo promjene dok je nakon gnojidbe s dvostrukom količinom P koncentracija K smanjena za $0,7 \text{ mg K}_2\text{O kg}^{-1}$.

Kombinacija kalcizacije i pojačane P gnojidbe posebnu pozornost usmjerava ka promjeni koncentracije pristupačnog P. Pojačana P gnojidba rezultirala je većom produkcijom suhe tvari ($15,4 \text{ t ha}^{-1}$) u odnosu na standardnu gnojidbu (14 t ha^{-1}), a posebice u odnosu na kontrolu ($9,8 \text{ t ha}^{-1}$). Nakon vegetacije kupusa najniža koncentracija AL-pristupačnog P na lesiviranom tlu utvrđena je na kontrolnim negnojnim parcelicama, nešto viša na parcelicama sa standardnom gnojidbom, a najviša na parcelicama s dvostrukom količinom P u gnojidbi (Tablica 4). Međutim, navedene razlike nisu statistički značajne iako je promjena koncentracije P očekivanog predznaka.

Tablica 4. Utjecaj gnojidbe i kalcizacije na promjenu AL-P ($\text{mg P}_2\text{O}_5 \text{ kg}^{-1}$) u tlu

Gnojidba	lesivirano tlo				regosol	prosjeck
	0 tha^{-1}	10 tha^{-1}	20 tha^{-1}	prosjeck		
bez gnojidbe	163	196	237	198 ns	159	189 ns
200:150:300	183	195	235	204 ns	233	212 ns
200:300:300	197	236	216	216 ns	191	210 ns
Prosjeck	181 a	209 ab	229 b		195 a	

Očekivan je i utjecaj kalcizacije na pristupačnost P u lesiviranom tlu. Tako je najniža koncentracija AL-pristupačnog P utvrđena na negnojnim parcelicama, a kako se doza karbokalka povećavala i pH reakcija

tla približavala neutralnoj reakciji, tako se značajno ($P < 0,05$) povećavala i koncentracija AL-pristupačnog P (Tablica 4).

Tablica 5. Utjecaj gnojidbe i kalcizacije na promjenu Olsen-P ($\text{mg P}_2\text{O}_5 \text{ kg}^{-1}$) u tlu

Gnojidba	lesivirano tlo			prosjeak	regosol	prosjeak
	0 tha^{-1}	10 tha^{-1}	20 tha^{-1}			
bez gnojidbe	136	148	143	142 ns	48	119 ns
200:150:300	153	162	162	159 ns	54	133 ns
200:300:300	172	184	154	170 ns	58	142 ns
Prosjeak	154 b	165 b	153 b		53 a	

U tablici 4 je vidljivo da AL-P ne pokazuje očekivanu promjenu uvjetovanu gnojidbenim tretmanima na regosolu. Također, niti početno utvrđena veća raspoloživost AL-P u regosolu u usporedbi s lesiviranim tлом nije u skladu sa statistički značajno ($P < 0,001$) nižom koncentracijom fosfora u glavici (0,35% P) i listu (0,32%) na regosolu nego na lesiviranom tlu (0,40-0,45 % P u glavici i 0,39 % P u listu). Sličan je nesklad rezultata AL-P na regosolu i ukupnog iznošenja P nadzemnom masom kupusa jer je značajno ($P < 0,001$) manje P iznešeno na regosolu (30,9 kg P ha^{-1}) nego na nekalciziranom (33,5 kg P ha^{-1}) i kalciziranom lesiviranom tlu (37,7 i 39,7 kg P ha^{-1}). Zaključno, na regosolu su najniža iznošenja i koncentracije P u biljnoj masi, ali ne i najniže koncentracije AL-P u tlu. S druge strane, rezultati Olsen-P analize tla nakon vegetacije kupusa potpuno su u skladu s reakcijom kupusa na gnojidbu (Tablica 5), ali nisu u skladu s očekivanim povećanjem pristupačnosti P na kalciziranom lesiviranom tlu.

Zaključak

Kalcizacija kiselog lesiviranog tla karbokalkom već nakon 7 mjeseci rezultira očekivanim povećanjem pH reakcije tla i povećanjem pristupačnosti P što dokazuje povećana koncentracija P u kupusu i povećana pristupačnost AL-P u tlu. Mineralna gnojidba s P i K povećava količine pristupačnih P i K u tlu nakon vegetacije. AL metoda dovoljno pouzdano utvrđuje očekivano povećanje pristupačnosti P u kiselom lesiviranom tlu uslijed pojačane P gnojidbe i kalcizacije prema neutralnoj pH reakciji. Za utvrđivanje pristupačnosti P u karbonatnom regosolu AL metoda nije dovoljno pouzdana i nije u skladu s reakcijom kupusa na gnojidbu. Pouzdanijom na karbonatnom regosolu pokazala se ekstrakcija P s NaHCO_3 jer je utvrđeni pristupačni P tla u korelaciji s P u biljnoj masi, a P tla se povećava porastom gnojidbe fosforom.

Literatura

- 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.
- Farina, M.P.W., Channon, P. (1979). A comparison of several P availability indexes. *Gewasproduksie* 8: 165-169.
- Hughes, B., Payne, R., Hannam., B. (2004). Soil acidity and the benefits of liming. The department of Primary Industries and Resources South Australia.
- International Standard Organisation. (1994a). Soil quality – Determination of phosphorus – Spectrometric determination of phosphorus soluble in sodium hydrogen carbonate solution. ISO 11263: 1994 (E).
- International Standard Organisation. (1994b). Soil quality – Determination of pH. ISO 10390: 1994(E).
- International Standard Organisation. (1998). Soil quality – Determination of organic carbon by sulfochromic oxidation. ISO 14235: 1998(E).
- Lončarić, Z., Popović, B., Teklić, T., Engler, M., Karalić, K. (2006). Comparison of two soil phosphorus analytical methods in Croatia. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 37 (15-20): 2867-2881

- Lopes, A.S., Guilherme, L.R.G. (1994). Solos sob cerrado: manejo da fertilidade para producaoagropecuaria. ANDA. SP. Boletim Técnico 5: 62. Sao Paulo. Brasil.
- Smith, T.J., Sanchez., P.A. (1982). Phosphate rock and superphosphate combinations for soybeans in a Cerrado Oxisol. Agronomie Journal 74: 730-735.

Mineral phosphorus fertilization and liming: II. Impact on chemical soil properties

Abstract

The aim of paper is to determine liming and fertilization impact on soil pH and P and K. Liming of distric luvisol with carbocalc resulted in expected soil pH increasing with raising % P in cabbage and AL-P in soil. Mineral fertilisation increase P and K availability in soil. AL method is appropriate to determine P availability in luvisol after P fertilization and liming towards neutral soil pH. The same AL method is not appropriate enough for P availability on calcaric regosol and there is discrepancies with cabbage reaction to fertilization. More appropriate on calcaric regosol is Olsen-P extraction since P extracted by NaHCO_3 is in corelation with plant P concentration and increased after higher fertilization.

Key words: AL-method, liming, mineral fertilization, Olsen-P, pH, phosphorus