Značaj i potencijal iskoristivosti organskog fosfora u tlima istočne Slavonije

Pećar, Nina

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 Josip Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:853837

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

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

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Nina Pećar, apsolvent

Sveučilišni diplomski studij, smjera Ekološka poljoprivreda

ZNAČAJ I POTENCIJAL ISKORISTIVOSTI ORGANSKOG FOSFORA U TLIMA ISTOČNE SLAVONIJE

Diplomski rad

Osijek, 2015.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Nina Pećar, apsolvent

Sveučilišni diplomski studij,smjera Ekološka poljoprivreda

ZNAČAJ I POTENCIJAL ISKORISTIVOSTI ORGANSKOG FOSFORA U TLIMA ISTOČNE SLAVONIJE

Diplomski rad

Osijek, 2015.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Nina Pećar, apsolvent

Sveučilišni diplomski studij, smjera Ekološka poljoprivreda

ZNAČAJ I POTENCIJAL ISKORISTIVOSTI ORGANSKOG FOSFORA U TLIMA ISTOČNE SLAVONIJE

Diplomski rad

Povjerenstvo za obranu diplomskog rada:

doc. dr. sc. Krunoslav Karalić, predsjednik

doc. dr. sc. Brigita Popović, mentor

dr. sc. Vladimir Ivezić, član

Osijek, 2015.

Sadržaj

1.	**Uvod**	1
1.1	Cilj istraživanja	2
2.	**Pregled literature**	3
3.	**Materijali i metode**	5
3.1.	Laboratorijska istraživanja	5
3.1.1.	Osnovne kemijske analize uzoraka tla	5
3.1.1.1.	pH reakcija	5
3.1.1.2.	Određivanje sadržaja organske tvari (humusa)	6
3.1.1.3.	Određivanje biljci pristpačnog fosfora AL-P_2O_5	6
3.1.1.4.	Određivanje karbonata u tlu	6
3.1.2.	Određivanje labilnog organskog fosfora	7
3.1.3.	Određivanje srednje labilnog (stabilni) organskog fosfora	7
3.2.	Statistička obrada podataka	10
4.	**Rezultati**	12
4.1.	Rezultati osnovne analize tla	12
4.1.1.	Klasifikacija kiselosti tla	13
4.1.2.	Klasifikacija opskrbljenosti tla fosforom	14
4.2.	Rezultati analize organskog fosfora	15
4.2.1.	Regresijski model proračuna organskog fosfora temeljem osnovnih svojstava tla	22
5.	**Rasprava**	25

5.1. Osnovna svojstva tla 24

5.2. Organski i ukupni fosfor u tlu 26

6. Zaključak 30

7. Popis literature 32

8 . Sažetak 34

9. Summary 36

10. Popis tablica 37

11. Popis grafikona 38

12. TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

13. BASIC DOCUMENTATION CARD

1. Uvod

Fosfor je neobnovljivi resurs i sastavni je dio mnogih molekula koje se nalaze u tlu, te su neophodne za život. Od 15 do 80 % ukupnog fosfora u tlu može biti u organskom obliku. Točan iznos ovisi o prirodi tla i njegovom sastavu. Organski fosfor u tlu se može naći u obliku velikog broja kemijskih spojeva, te upravo o kemijskom obliku fosfora uvelike ovisi njegova pristupačnost biljkama.

Organski fosfor se pohranjuje u tlo nakon razgradnje biljnih ostataka, ili dodatka organskog gnojiva. Ukoliko organska tvar sadrži manje od 0,2 % fosfora u procesu mineralizacije, fosfor koriste mikroorganizmi za svoje potrebe i pri tome dolazi do biološke imobilizacije fosfora. To znači da je fosfor blokiran, i nije pristupačan biljkama sve dok se mikroorganizmi ne raspadnu i pri tome vrate fosfor u tlo.

Sadržaj organskog fosfora u tlu ovisi o tipu tla, te kao i mineralni fosfor može biti topljiv u kiselinama ili lužinama. Za ishranu bilja povoljniji su oblici topljivi u kiselinama, jer takve frakcije prije podliježu procesu mineralizacije, a kod tala koja su duže vrijeme izložena eksploataciji, veći je sadržaj oblika topljivih u lužinama pa je na takvim tlima gnojidba fosforom efikasnija.

Organski se fosfor u tlu razlaže i dolazi do mineralizacije čiji intenzitet ovisi o temperaturi. Najbolja razgradnja odvija se pri temperaturi od 30 – 40° C. Može doći do 2 procesa: mobilizacije fosfora ili imobilizacije fosfora. To znači da fosfor može prijeći u pristupačan oblik, i tada ga biljka može usvojiti, ili obrnutim procesom može prijeći u nepristupačan oblik, koji biljka ne može usvojiti. Do kojeg će procesa doći, ovisi o tome kakav je omjer ugljika i fosfora u tlu. Ukoliko je omjer C/P veći od 300:1, tada će doći do imobilizacije, a ako je omjer C/P 200:1 doći će do mobilizacije fosfora. Količina fosfora pristupačnog biljkama također ovisi o sadržaju anorganskog fosfora u tlu.

Organski fosfor se u tlu najčešće nalazi u obliku: fosfolipida, nukleinskih kiselina te heksafosfornog estera inozitola fitina.

Nakon razgradnje biljnih ostataka, u tlu se akumulira *organski fosfor* tla. Organski fosfor

predstavlja vrlo važne rezerve fosfora u tlu koje se kreću od 20 do čak 80 % od ukupnog fosfora tla. Jednim dijelom organski fosfor tla potiče i od mikrobioloških kemosintetskih procesa, no zajedničko im je da ukoliko organska tvar sadrži manje od 0.2 % fosfora, u procesu mineralizacije sav oslobođeni fosfor koriste mikroorganizmi za svoje potrebe. Ta pojava naziva se *biološka imobilizacija fosfora*. Sadržaj organske frakcije fosfora zavisi od tipa tla, a njezino frakcioniranje može se izvesti u kiselinama i lužinama slično mineralnom fosforu tla. Za ishranu bilja povoljnija je frakcija topiva u kiselinama, jer brže podliježe procesu mineralizacije. Međutim, tla koja su duže vremena eksploatirana imaju veći sadržaj frakcije topive u lužinama pa je na njima gnojidba fosforom efikasnija, jer je povećanje prinosa veće bez obzira na količinu fosfora u tlu.

Između sadržaja ugljika u tlu i organske frakcije fosfora postoji uska korelacijska veza. Slično mineralizaciji dušika, vrlo je važan omjer između ugljika i fosfora u organskoj tvari. Do imobilizacije fosfora dolazi ako je omjer C/P veći od 300:1, a do mobilizacije tek kad se omjer suzi na 200:1. Stoga se opravdano često smatra da količina raspoloživog fosfora za ishranu bilja pretežito zavisi od sadržaja anorganskog fosfora u tlu.

1.1. Cilj istraživanja

Cilj rada jest determinirati najbolju metodu za analizu organskog fosfora u tlu te prikazati ukupni potencijal organskog fosfora u tlima istočne Slavonije.

Isto tako, pretpostavlja se da na sadržaj organskog fosfora u tlu ima veliki utjecaj sadržaj humusa, te je cilj utvrditi korelacije između navedenih svojstava tla

2. Pregled literature

Frakcija organskog fosfora u tlu bitna je kao rezerva organskog fosfora u tlu a ujedno i kao odgovor zašto pojedina tla slabo regiraju na gnojidbu fosforom (Ziadi et al., 2001.).

Turner et al. (2003.) radi lakšeg prikaza frakcija fosfora u tlu nude shemu frakcionacije u kojoj navode i odgovarajuće metode determinacije

Ukupni fosfor tla čine organske i anorganske forme fosfora pa je oksidacija organskih komponenti, te otapanje anorganskih formi pomoću kiselina neophodno za utvrđivanje ukupnih količina fosfora u tlu. Taj proces najčešće se vrši uz pomoć Na2CO3 fuzije, digestije kiselinama, H2O2 ili NaOBr oksidacije (Kuo, 1996.).

Syers et al. (1967.) naveli suda efikasnost ekstrakcije ukupnog fosfora opada po nizu: fuzija> HF digsetija>HClO4 digestija> digestija smjesom kiselina>žarenje.

Kovačević et al. (1992.) utvrdili su da kod tala s nižim sadržajem fosfora, a visokim sadržajem humusa može izostati reakcija biljke na preporučene doze gnojiva što tumače činjenicom da je količina biljci pristupačnog fosfora, zbog većeg udjela frakcije organskog fosfora, viša nego što pokazuju rezultati laboratorijske analize.

Al-Jaloud et al. (1998.) istaknuli su kako je koncentracija fosfora u tlu usko povezana s količinom organske tvari tla, posebice u aridnom klimatu. Isti autori došli su do zaključka kako je velika razlika između ukupnog i biljci pristupačnog fosfora u karbonatnim tlima te da unošenje sveže organske tvari u tlo povećava biljci pristpačni fosfor.

Problem organskog fosfora u tlu vrlo je malo istražen bez obzira na njegov velik udjel u ukupnom fosforu tla, a osnovni problem krije se u njegovoj relativno teškoj, sporoj i nepreciznoj determinaciji (Magid et al., 1996.).

Vance et al. (1996.) naveli su kako se u nekim kiselim tlima s visokim postotkom organske tvari fosfor akumulira kao komleks visoke molekularne mase poput humat-Al-fosfat kompleksa.

Inositolfosfati (INP) najčešće predstavljaju 50 % organskog fosfora i iz tla se mogu

ekstrahirati agresivnim kemijskim metodama koje uključuju NaOH i visoku temperaturu (Irving i Cosgrove, 1982).

Organski fosfor u tlu može se podijeliti u dvije frakcije: jedna kao dio humusa zajedno s ugljikom, dušikom i sumporom i druga nezavisna frakcija organskog fosfora kao dio spojeva visoke molekularne mase(Borie i Rubio, 2003.).

U većini tala kako su istakli Borie i Rubio (2003.) organski fosor tla predstavlja više od 50 % ukupnog fosfora većinom u obliku inositol penta i heksa fosfata vezane sa željezom i aluminijem. Autori navode da je od krucijalnog značaja aktivnost enzima fosfoataze u tlu jer većina biljaka može usvojiti fosfor isključivo u anorganskom obliku.

Organski fosfor iz tla lako se može premjestiti u vode te pridonjeti naglom obogaćivanju vode nutrijentima što rezultira povećanom produkcijom akvatičnih biljaka (Turner et al., 2005.).

Najčešće korištene metode za ekstrakciju organskog fosfora prema Kuo (1996.) su metode žarenja ili ekstrakcije pomoću koncentrirane kloridne kiseline, koncentrirane sulfatne kiseline ili acetilacetona kao glavnih ekstraktanata, jer jake kiseline otapaju željezo i aluminijeve okside i premještaju aluminij i željezo te ostale polivalentne katione, što rezultira taloženjem organskog fosfora.

EUF kao tehnika utvđivanja biljkama pristupačnog fosfora pokazala se kao odlična za utvrđivanje organskog fosfora u tlu te daje preciznije informacije o količini biljci pristupačnog fosfora (Ziadi et al, 2001.).

Unošenje stajnjaka u tlo bez mineralne gnojidbe smanjuje biljci pristupačan fosfor u odnosu na mineralnu gnojidbu fosforom jer se jer se dio fosfora veže s organskom tvari tla (Vetterlein et al., 1999.).

Brasci et al., (2003.) zaključuju kako unošenje organske tvari u karbonatnim tlima, s velikom količinom zamjenivog kalcija, bitno smanjuje taloženje netopivih formi Ca fosfata.

Scherer i Sharma (2002.) također su naveli kako je primjena stajskog gnoja u odnosu na mineralnu gnojidbu rezultirala nižim kapacitetom tla za adsorpciju fosfora.

3. Materijal i metode

3.1. Laboratorijska istraživanja

Na uzorcima tala uzetih s ratarskih površina na dubini od 0-30 cm provedene su laboratorijske analize osnovnih kemijskih svojstava tla: pH tla (ISO 10390, 1994.), sadržaj humusa u tlu bikromatnom metodom (ISO 14235, 1994.), koncentracija AL-pristupačnog fosfora (Egner et al., 1960.), te analize dopunskih svojstava tla: određivanje sadržaja karbonata u tlu (ISO 10693, 1995.). Za određivanje ukupnog organskog fosfora korištena je metoda žarenjem uzoraka tla (Kuo, 1996), a količine ukupnog organskog fosfora izmjerene se spektrofotometrijski na spektrofotometru Cary 50.

Prosječni uzorci tla za osnovni set uzimani su s različitih rataskih površina kontinentalnog dijela Hrvatske. Svaki uzorak težio je 0,5-1 kg, sačinjen od 20-25 dobro izmješanih pojedinačnih uzoraka ravnomjerno uzetih s proizvodne površine. Raspored uzimanja pojedinačnih uzoraka bio je dijagonalan uz ravnomjerne razmake, do dubine oraničnog sloja tla (0-30 cm).

3.1.1. Osnovne kemijske analize uzoraka tla

3.1.1.1. pH reakcija

Reakcija tla, izražena kao pH vrijednost, pokazatelj je niza agrokemijskih svojstava tla važnih za ishranu bilja. Jedinica pH vrijednosti predstavlja negativan logaritam aktiviteta H^+ te kao jedno od temeljnih svojstava tla kontrolira kemijska, biološka i fizikalna svojstva tla *(Vukadinović, i Lončarić, 1998.)*.

pH vrijednost uzoraka tla određena je pH-metrom, dakle elektrometrijski (ISO 10390, 1994.) u suspenziji tla u omjeru 1:10 (w/v) s destiliranom vodom (aktualna kiselost) i u 1 $moldm^{-3}$ KCl (supstitucijska kiselost) na pH metru Iskra MA 5730.

3.1.1.2.Određivanje sadržaja organske tvari (humusa)

Humus u tlu utječe na vrlo značajna kemijska i fizikalna svojstva tla, kao što su struktura, kapacitet za vodu, sorpcija iona, sadržaj neophodnih elemenata itd. Sadržaj humusa u tlu određen je bikromatnom metodom *(ISO 14235, 1994.)* koja predstavlja mokro spaljivanje organske tvari tla kalijevim bikromatom. Koncentracija organskog ugljika u uzorcima određena je spektrofotometrijski *(Vukadinović i Bertić, 1989.)* na spektrofotometru Varian Cary 50, a zatim je preračunata na sadržaj humusa koeficijentom 1,724.

3.1.1.3.Određivanje biljci pristpačnog fosfora AL-P_2O_5

Lakopristupačni fosfor i kalij u tlu određeni su prema Egner-Riehm-Domingu AL metodom *(Egner et al., 1960.*) ekstrakcijom tla s amonij laktatom. Fosfor određen prema AL metodi odnosi se na frakciju topivu u vodi, te u slabim kiselinama koja je najznačajnija za ishranu bilja. Nakon estrakcije fosfora iz uzorka tla Al otopinom, koncentracija fosfora u ekstraktu određena je plavom metodom na sljedeći način:

Od bistrog filtrata tla odpipetirano je 10 ml u odmjernu tikvicu od 100 ml, dodano 9 ml 4 moldm^{-3} H_2SO_4 (213,2 ml konc. H_2SO_4 /1000 ml) i dopunjeno destiliranom vodom do pola tikvice. Tikvice se zatim zagrijavaju na vodenoj kupelji, doda se 10 ml 1,44 % amonij molibdata (1,44 g/100 ml) i 2 ml 2,5 % askorbinske kiseline (2,5 g/100 ml). Tikvice se drže još pola sata na vodenoj kupelji radi razvijanja komleksa plave boje. Paralelno je proveden isti postupak tijekom pripreme serije standardnih otopina, ali je umjesto filtrata u odmjerne tikvice pipetirano po 10 ml svakog radnog standarda. Tako priređeni standardi odgovaraju količini od 0,100, 200, 300, 400, 500 i 800 mg P_2O_5 kg^{-1} tla. Ohlađene tikvice nadopunjene su do oznake destiliranom vodom. Serija standarda i uzorci mjereni su spekrtofotometrijom na 680 nm pri čemu su standardi korišteni za kalibraciju spektrofotometra koji pomoću softwera WinLAB izračunava količinu fosfora u filtratima uzoraka tla, a izražava se u mg P_2O_5 kg^{-1}.

3.1.1.4. Određivanje karbonata u tlu

Sadržaj karbonata u tlu određen je volumetrijskom metodom *(ISO 10693, 1995.)* mjerenjem volumena CO_2 koji se iz karbonata tla razvija djelovanjem 10 % HCl (klorovodične kiseline).

3.1.2.Određivanje labilnog organskog fosfora

Ekstrakcija s $NaHCO_3$

Odvagati 0,5 g zrako-osušenog tla te ga navlaženog do PVK (0,4 ml vode na 1g tla) staviti u kivete za centrifugu od 100 ml. U svaku kivetu dodati 50 ml 0,5 M $NaHCO_3$, položiti kivete vodoravno i staviti na treskalicu 16 sati. Potrebno je na isti način pripremiti i kivetu bez tla (nulu). Nakon treskanja uzorke je potrebno centrifugirati na 7000 okretaja, 15 minuta te filtrirati kroz filter papir Whatman No. 41 u tikvice od 50 ml. Tikvice zatim treba nadopuniti do oznake.

Kao bi odredili labilni fosfor **(P_i)** potrebno je prenjeti alikvot koji u sebi sadrži 2-40 µg P u tikvice od 50 ml i dodati 5 kapi p-nitrofenola te namjestiti pH s 2 M HCl(oko 4-5 ml)dok se tamno žuta boja indikatora obezboji. Dodati oko 40 ml destilirane vode te 8 ml REAGENSA B, nadopuniti tikvice do oznake i dobro promućkati. Nakon 20 min odrediti koncentraciju fosfora na spektrofotometru na 880 nm. Isti postupak je i za pripremljenu nulu.

Za određivanje ukupnog labilnog fosfora **(P)** u ekstraktu potrebno je u kivetu za razaranje na bloku dodati 0,5 g Kalijevog persulfata te odgovarajući alikvot (najčešće 10 ml) ekstrakta (početnog iz tikvica od 50 ml) i 6 ml 2,5 M sulfatne kiseline. Uzorke je potrebno digestirati na 160 °C 30 min (dok se uzorci ne prestanu pjeniti). Nakon hlađenja uzorke kvantitativno prenijeti u tikvice od 50 ml, dodati 5 kapi p-nitrofenola i namjestiti pH s 5 M NaOH (do pojave trajne žute boje). Zatim dodati oko 10 ml destilirane vode, 8 ml REAGENSA B i nadopuniti tikvice do oznake i dobro promućkati. Nakon 20 min mjeriti koncentraciju fosfora na spektrofotometru na 880 nm.

Razlika između ukupnog labilnog fosfora(P) i labilnog mineralnog fosfora(P_i) rezultira labilnim organskim fosforom (P_o): $\mathbf{P_o=P-P_i}$

3.1.3.Određivanje srednje labilnog (stabilni) organskog fosfora

Postupak se odvija u dva koraka.

1. Ekstrakcija s HCl

Na ostatak tla u kiveti od predhodne analize dodati 50 ml 1 M HCl i staviti na treskalicu 3 sata. Dio 1 M HCl (od 50 ml) potrebno je koristiti za ispiranje filter papira od predhodne

ekstrakcije. Nakon 3 sata uzorke je potrebno centrifugirati na 7000 okretaja 15 min i filtrirati kroz Whatman papir u tikvice od 50 ml. Tikvice nadopunit destiliranom vodom i dobro promućkati.

Postupak određivanja srednje labilnog mineralnog fosfora (Pi) i ukupnog srednje labilnog fosfora (P) je isti kao i postupak za određivanje za labilnog fosfora.

Srednje labilni organski fosfor dobije se kao rezultat razlike ukupnog srednje labilnog fosfora i srednje labilnog mineralnog fosfora: $\mathbf{P_O=P-P_i}$

2. Ekstrakcija s NaOH

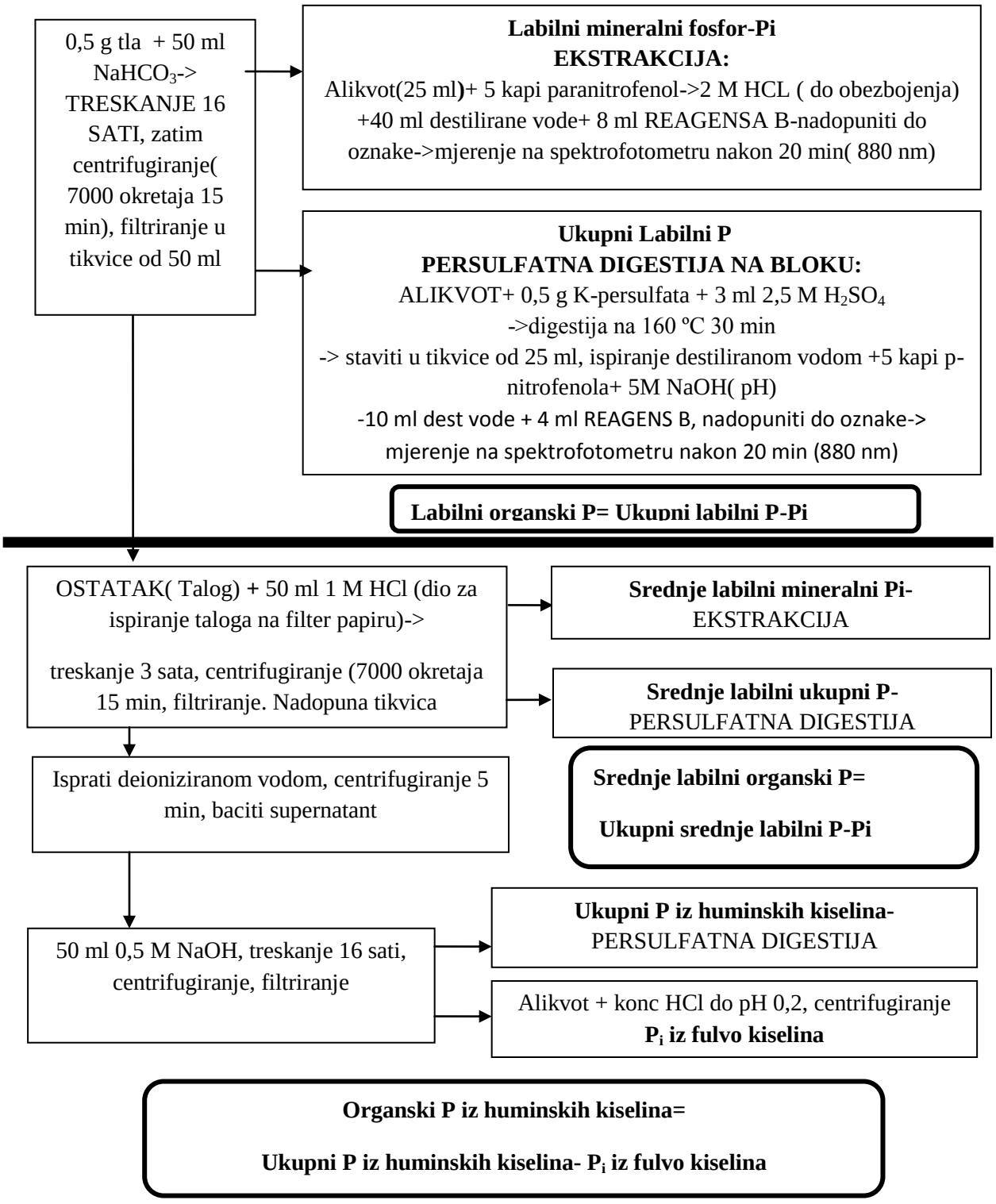
Kako bi odredili još jednu frakciju srednje labilnog fosfora (iz fulvo kiselina) potrebno je ostatak tla u kiveti za cenrifugiranje isprati destliranom vodom, centrifugirati 5 minuta i baciti supernatant.

Zatim u kivete treba dodati 50 ml 0,5 M NaOH i staviti na treskanje 16 sati. Nakon treskanja uzorke centrifugirati na 7000 okretaja 15 min. Ovakav supernatant sadrži dvije frakcije fosfora: manje stabilni iz fulvo kiselina, te stabilni iz huminskih kiselina. Kako bi odvojili te frakcije potredno je dio alikvota odvojiti (nakon filtriranja u tikvice od 50 ml kao i u svim ostalim postupcima), prebaciti u kivete za centrifugu te ekstrakt zakiseliti s koncentriranom HCl do pH 0,2. Naime, pri toj pH vrijednosti, huminske kiseline se talože, a fulvo kiseline ostaju u otopini. Zakiseljene uzorke potrebno je centrifugirati na 7000 okretaja 15 min i filtrirati u tikvice od 50 ml. Po već prethodno spomenutom postupku, potrebno je odrediti ukupni srednje labilni fosfor (P) i srednje labilni mineralni fosfor (P_i). Organski fosfor iz humiskih kiselina dobiven je kao rezultat razlike ukupnog fosfora iz huminskih kiselina te fosfora iz fulvo kiselina..

IZRAČUN KONCENTRACIJE FOSFORA IZ SVAKE FRAKCIJE

Koncentracija fosfora dobivena pojedinom frakcijom računa se formulom:

P(mg/kg)= koncentracija P(mg/l) x (volumen ekstraktanta (l)/masa tla (kg)



Shema 1. Shematski prikaz postupka određivanja koncentracije organksog fosfora u tlu

3.2. Statistička obrada podataka

Rezultati analiza uzoraka tla statistički su obrađeni PC aplikacijama SAS for Windows (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA), StatSoft Statistica i Excel za utvrđivanje analize varijance (ANOVA), korelacija i multiregresijskih ovisnosti.

4. Rezultati

4.1. Rezultati osnovne analize tla

Usporedba rezultata analize ukupno 10 uzoraka tla ukazuje na razlike u pH vrijednosti tla, koncentraciji AL-P_2O_5, koncentraciji AL-K_2O i humoznosti tla (tablica 1).

Tablica 1. Rezultati osnovne analize tla ispitivanih uzoraka

Broj uzorka	**Kiselost tla**		**Koncentracija m/100 g**		**Sadržaj humusa %**
	pH (H_2O)	**pH (KCl)**	**AL-P_2O_5**	**AL-K_2O**	
1	8,18	7,52	8,05	22,17	2,93
2	8,22	7,49	12,36	21,73	2,99
3	8,31	7,52	14,51	20,29	2,75
4	8,32	7,45	20,71	20,35	2,19
5	8,28	7,42	35,47	21,86	2,57
6	6,62	5,70	95,42	45,43	3,30
7	7,39	6,18	24,46	16,62	2,34
8	6,69	5,92	29,34	36,81	2,83
9	6,80	5,86	32,11	27,54	2,45
10	5,10	3,88	23,33	24,87	2,17

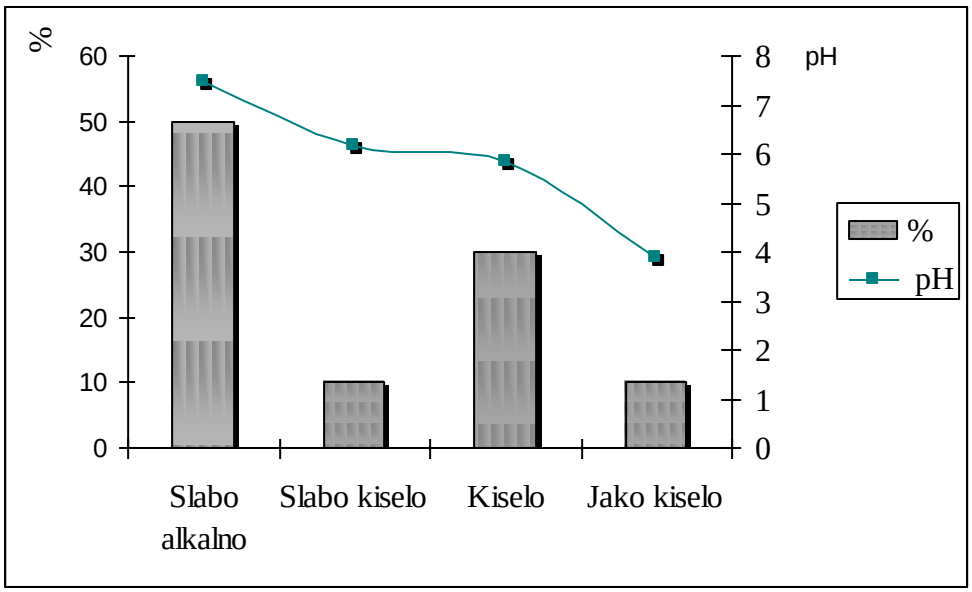
Rezultati aktualne kiselosti kretali su se u rasponu od pH (H_2O) 5,10 do pH (H_2O) 8,32 i supstitucijske kiselosti od pH (KCl) 3,88 do pH (KCl) 7,52 što ukazuje na raspon od slabo kisele do slabo alkalne reakcije tala na ispitivanim uzorcima. Nadalje, rezultati koncentracije fosfora prema AL-metodi kretali su se u kiselim tlima u rasponu od 23,33 do 95,42 mg P_2O_5/100 g tla, odnosno od klase vrlo niske do klase vrlo visoke opskrbljenosti tala fosforom.U alkalnim tlima koncentracije fosfora bile su niže te su se kretale u rasponu od 8,05 do 35,47 mg P_2O_5/100 g tla.

Koncentracije kalija prema AL-metodi kretale su se u rasponu od 16,62 do 36,81 mg K_2O/100 g tla, odnosno od klase dobro opskrbljenih do klase visoke opskrbljenost tala kalijem. Sadržaj humusa u kiselim tlima iznosio je od 2,17 do 3,30 %, odnosno od 2,19 do 2,99 % u alkalnim tlima. U svim ispitivanim uzorcima, postotak humusu se nalazio u razini osrednje humoznih tala

Tablica 2. Klasifikacija tala prema interpretacijskim vrijednostima rezultata analize uzoraka

Broj uzorka	**Klasifikacija tala prema:**			
	pH (KCl)	**AL-P_2O_5**	**AL-K_2O**	**Humus**
1	Slabo alkalno	Siromašno	Dobro opskrbljeno	Osrednje humozno
2	Slabo alkalno	Dobro oprskrbljeno	Dobro opskrbljeno	Osrednje humozno
3	Slabo alkalno	Dobro opskrbljeno	Dobro opskrbljeno	Osrednje humozno
4	Slabo alkalno	Bogato	Dobro opskrbljeno	Osrednje humozno
5	Slabo alkalno	Jako bogato	Dobro opskrbljeno	Osrednje humozno
6	Kiselo	Jako bogato	Jako bogato	Osrednje humozno
7	Slabo kiselo	Bogato	Dobro opskrbljeno	Osrednje humozno
8	Kiselo	Jako bogato	Jako bogato	Osrednje humozno
9	Kiselo	Jako bogato	Bogato	Osrednje humozno
10	Jako kiselo	Jako bogato	Dobro opskrbljeno	Osrednje humozno

4.1.1. Klasifikacija kiselosti tla



Grafikon 1. Klase kiselosti tla

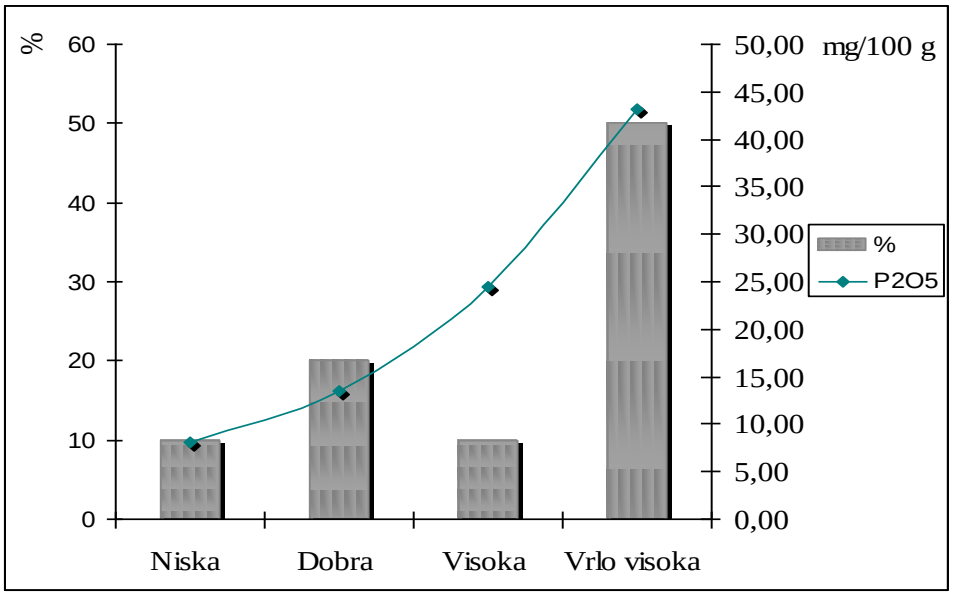
Prema klasifikaciji kiselosti, klasa slabo alkalnih tala je dominantna i zauzima 50% analiziranih uzoraka uz prosječnu vrijednost pH (KCl) 7,47. Nadalje, klasa kiselih tala čini 30 % analiziranih uzoraka, pri čemu prosječna vrijednost iznosi pH (KCl) 5,83. Klasa slabo kiselih tala uz prosječnu vrijednost pH (KCl) 6,18, te klasa jako kiselih tala sa prosječnom vrijednosti pH (KCl) 3,88 zauzimaju jednaki postotak; po 10% analiziranih uzoraka (grafikon 1).

Tablica 3. Usporedba prosječnih vrijednosti koncentracija P_2O_5 i K_2O, te sadržaja humusa obzirom na reakciju tla

Reakcija tla	**AL-P_2O_5 (mg/100g)**	**AL-K_2O (mg/100g)**	**Humus (%)**
Slabo alkalno	18,22	21,28	2,69
Slabo kiselo	24,46	16,62	2,34
Kiselo	52,29	36,59	2,86
Jako kiselo	23,33	24,87	2,17

Usporedbom koncentracija fosfora i kalija prema AL-metodi obzirom na reakciju tla, najveće koncentracije oba elementa utvrđene su za kisela tla a prema redoslijedu koncentracija slijede slabo kisela tla kod fosfora, te jako kisela tla kod kalija. Najniža koncentracija fosfora utvrđena je na tlima najviše pH vrijednosti, a riječ je o slabo alkalnim tlima. Najniže koncentracije kalija utvrđene su za klase slabo kiselih tala u odnosu na ostale klase tala. Najveći sadržaj humusa u ispitivanim uzorcima utvrđen je za klasu slabo kiselih tala, zatim za klasu slabo alkalnih tala, a najniži sadržaj je zabilježen za klasu jako kiselih tala. Pri tome se sadržaj humusa između svih klasa kiselosti tla vrlo malo razlikovao (tablica 3).

4.1.2. Klasifikacija opskrbljenosti tla fosforom



Grafikon 2. Klase opskrbljenosti tla fosforom prema AL-metodi

U pogledu klasifikacije opskrbljenosti tla fosforom, glavni interferirajući faktor je pH reakcija tla, te kiselost tla ima značajan utjecaj na klasifikaciju. U ispitivanim uzorcima najzastupljenija klasa tala je klasa vrlo visoke opskrbljenosti fosforom s udjelom od 50 % analiziranih tala i prosječnom koncentracijom 43,13 mg P_2O_5/100 g. Nadalje, udjel dobro opskrbljenih tala

fosforom iznosi 20 % analiziranih tala s prosječnom koncentracijom 13,44 mg P_2O_5/100 g. Najmanje zastupljene klase podjednakim udjelom od 10% zauzimaju klasa niske opskrbljenosti tla fosforom s prosječnom koncentracijom 8,05 mg P_2O_5/100 g te klasa visoke opskrbljenosti tla fosforom s prosječnom koncentracijom 24,46 mg P_2O_5/100 g (grafikon 2).

4.2. Rezultati analize organskog fosfora

Orgasnki fosfor u tlu određivao se tijekom tri ekstrakcije (tablica 4) kako bi se utvrdila koncentracija labilnog organskog fosfora, te fosfora iz fulvo i huminskih kiselina. Na taj dobivene su tri frakcije fosfora:

1 Mineralni fosfor dobiven ekstrakcijom (labilni, srednje labilni, iz huminskih kiselina)

2 Ukupni fosfor dobiven digestijom (labilni, srednje labilni, fosfor iz huminskih kiselina)

3 Organski fosfor (labilni, srednje labilni, fosfor iz huminskih kiselina)

Tablica 4. Rezultati ispitivanja organskog fosfora pomoću 3 ekstrakcije

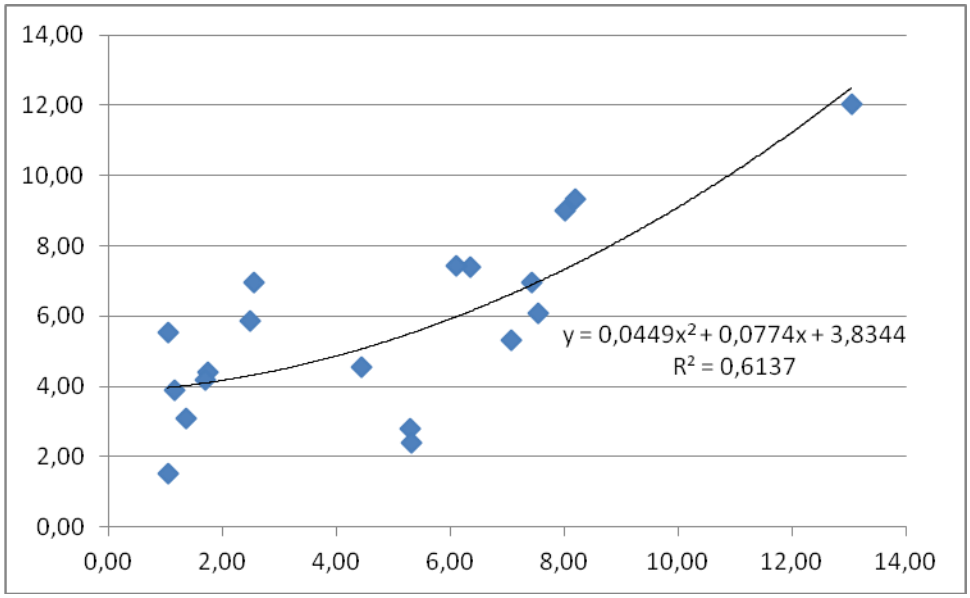
$NaHCO_3$EKSTRAKCIJA			
BROJ UZORKA	**Pi (mg/kg)[1]**	**P (mg/kg)[2]**	**Po (mg/kg)[3]**
1	52,50	176,25	123,75
2	63,25	174,50	111,25
3	86,50	214,50	128,00
4	126,00	320,50	194,50
5	265,00	130,00	0,00
6	652,00	602,00	0,00
7	311,50	371,25	59,75
8	362,75	307,25	0,50
9	405,25	458,25	53,00
10	299,75	305,00	5,25
Prosjek	**262,45**	**305,95**	**67,60**
HCl EKSTRAKCIJA			
UZORAK	**Pi (mg/kg)**	**P (mg/kg)**	**Po (mg/kg)**
1	531,75	574,00	42,25
2	630,00	646,00	16,00
3	619,00	679,00	60,00
4	702,75	757,00	54,25
5	773,25	833,25	60,00
6	1498,00	1514,00	16,00
7	904,00	812,50	0,00
8	979,75	892,75	0,00
9	853,00	854,75	1,75
10	1074,00	1084,25	10,25
Prosjek	**856,55**	**864,75**	**26,05**
NaOH EKSTRAKCIJA			
UZORAK	**Pi (mg/kg)**	**P (mg/kg)**	**Po (mg/kg)**
1	138,50	439,25	300,75
2	170,00	521,75	351,75
3	182,25	529,00	346,75
4	162,75	497,75	335,00
5	335,00	613,50	278,50
6	187,00	766,50	579,50
7	200,00	645,50	445,50
8	375,00	695,75	320,75
9	163,75	511,00	347,25
10	215,50	618,25	402,75
Prosjek	**212,975**	**583,825**	**370,85**

[1]Mineralni fosfor dobiven ekstrakcijom (labilni, srednje labilni, iz huminskih kiselina) [2]Ukupni fosfor dobiven digestijom (labilni, srednje labilni, fosfor iz huminskih kiselina) [3]Organski fosfor (labilni, srednje labilni, fosfor iz huminskih kiselina)

Raspon utvrđenih vrijednosti kod prve ekstrakcije s $NaHCO_3$ (labilni fosfor) kretao se od 52,050 do 652,00 mg/kg za mineralni fosfor (Pi) s prosjekom od 262,55 mg/kg. Ukupni fosfor (P) kod prve ekstrakcije kretao se od 130,00 do 602, 00 mg/kg s prosjekom od 305,95 mg/kg. Organski fosfor imao je najniže vrijednosti od 0,00 do 194,50 mg/kg s prosjekom od 67,60 mg/kg. Kako koncentracija organskog fosfora, zapravo predstavlja razliku između utvrđene koncentracije ukupne i mineralne frakcije fosfora kod pojedinih uzoraka u prvoj ekstrakciji ova frakcija nije utvrđena (tablica 4).

Druga ekstrakcija s HCl (srednje labilni) imala je prosječno više vrijednosti mineralnog (856,55 mg/kg) i ukupnog fosfora (864,75 mg/kg) dok je frakcija organskog fosfora u drugom stupnju ekstrakcije bila daleko najniža (26,05 mg/kg) (tablica 4).

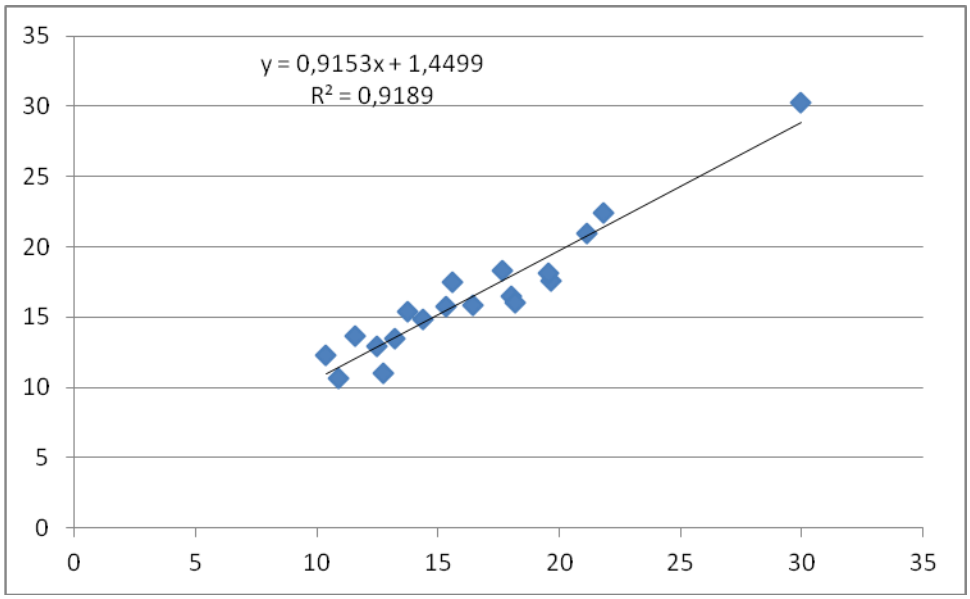
Treća ekstrakcija s NaOH (stabilni, vezani fosfor) imala je najveće utvrđene vrijednosti organskog fosfora i kretale su se u rasponu od 278,50 mg/kg do 579,50 mg/kg s prosjekom od 370,85 mg/kg (tablica 4). On zapravo predstavlja organsku frakciju tla dobivenu dugotrajnim postupkom centrifugiranja i ekstrahiranja, tj organski fosfor iz huminskih kiselina.



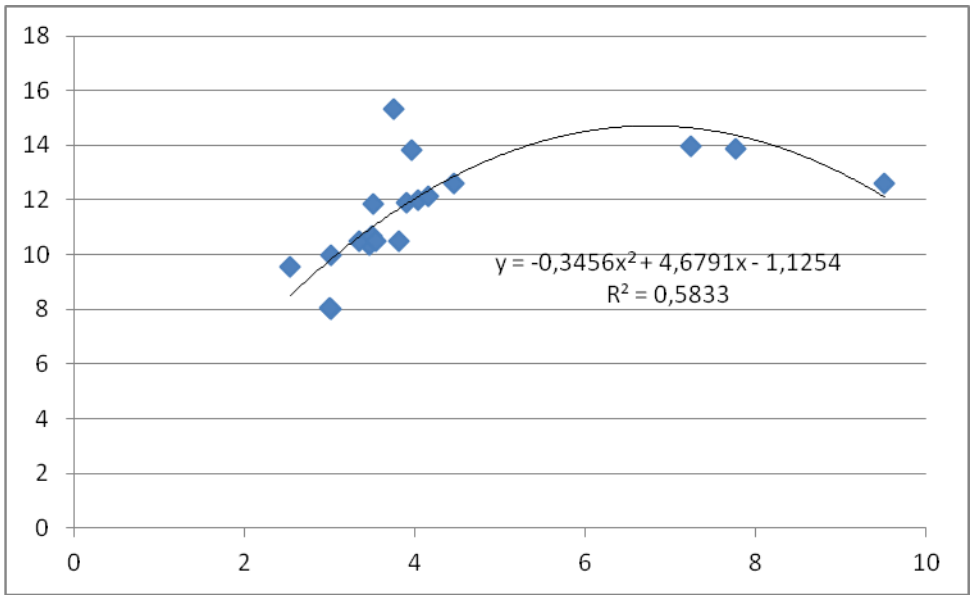
Grafikon 3. Korelacije digestije i ekstrakcije kod prve ekstrakcije s $NaHCO_3$

Svaka od ekstrakcija sastojala se iz dva analitička postupka: digestije i ekstrakcije. Korelacijom

je utvrđen visoki stupanj međuovisnosti ova dva postupka kod sva tri ekstrakcijska postupka i sredstva ($NaHCO_3$ r=0,78, NaOH r=0,76) s tim da je najveći koeficijent korelacije između digestije i ekstrakcije utvrđen za HCl ekstakciju tj. za srednje labilni fosfor (r= 0,96) (grafikoni 3-5).

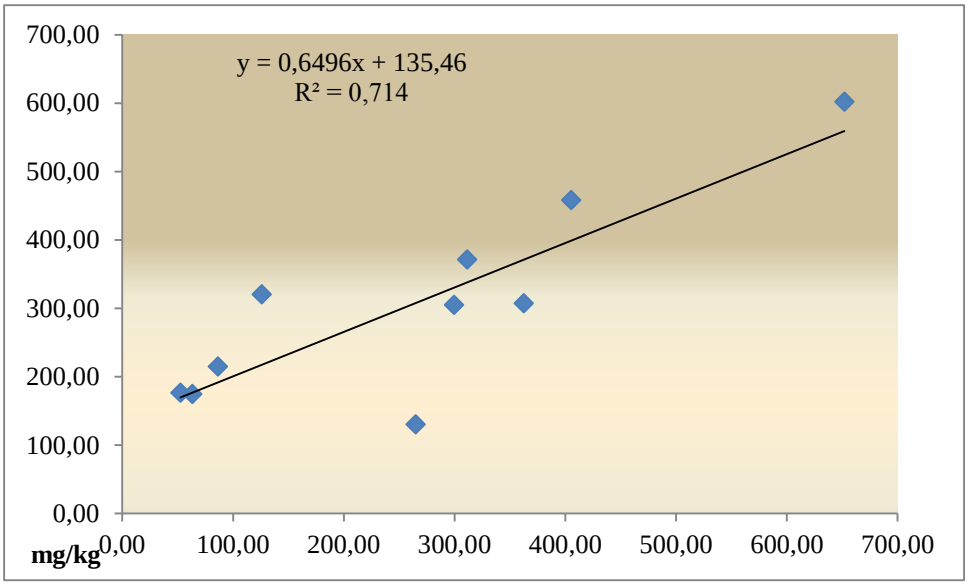


Grafikon 4. Korelacije digestije i ekstrakcije kod druge ekstrakcije s HCl

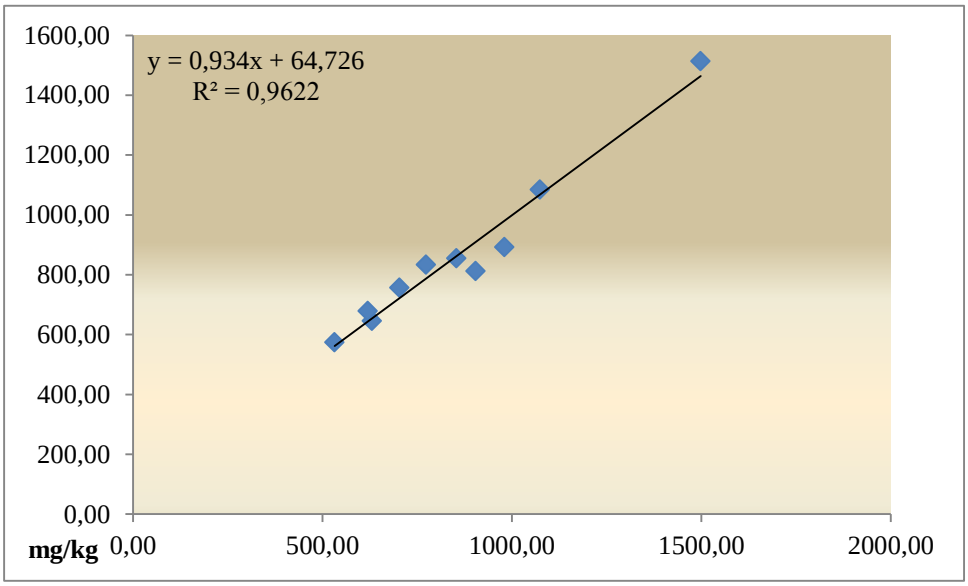


Grafikon 5. Korelacije digestije i ekstrakcije kod treće ekstrakcije s NaOH

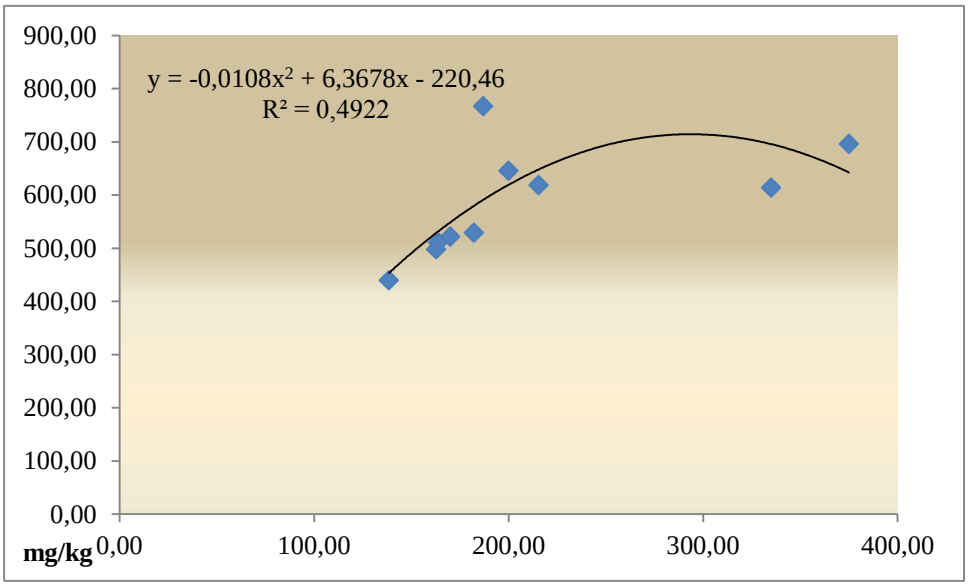
Nadalje, utvrđene su korelacije između ukupnog i mineralnog fosfora u tlu pri čemu je u prvoj ekstakciji utvrđena korelacija bila r=0,84, zatim je u drugoj ekstrakciji korelacija između ukupne i mineralne frakcije dosegla maksimum od r=0,98, a u trećem stupnju ekstrakcije bila je najmanja i iznosila je r= 0,70 (grafikoni 6 do 8).



Grafikon 6. Korelacija između ukupne i mineralne frakcije u prvom stupnju ekstrakcije

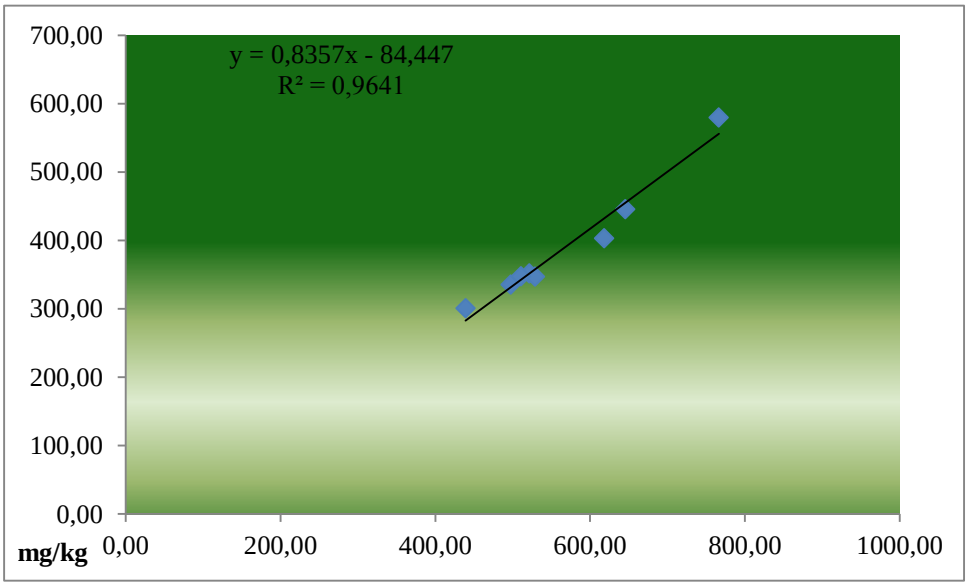


Grafikon 7. Korelacija između ukupne i mineralne frakcije u drugom stupnju ekstrakcije



Grafikon 8. Korelacija između ukupne i mineralne frakcije u trećem stupnju ekstrakcije

Kada promatramo aspekt korelacije između ukupnog i organskog fosfora tada je situacija bitno drugačija. Naime, kako je organski fosfor puno stabilnija frakcija od mineralnog korelacija je utvrđena samo u trećem stupnju ekstrakcije i bila je vrlo visoka r=0,98.



Grafikon 9. Korelacija između ukupne i organske frakcije u trećem stupnju ekstrakcije

Regresijski model usporedbe organskog i ukupnog fosfora i ostalih ekstrakcijskih metoda za utvrđivanje fosfora u tlu

Regresijski modeli proračuna organskog fosfora temeljem ostalih svojstava tla za utvrđivanje plodnosti kreirani su kako bi omogućili proračune vrijednosti ekstrahiranog organskog fosfora određenom ekstrakcijom bez provedene analize tla tom istom metodom, a na temelju analitičkih podataka jednog ili više različitih svojstava tla. U ovom slučaju provedene analize odnose se na količinu organskog fosfora u tlu, pH vrijednost, sadržaj humusa, te koncnetraciju AL fosfora i kalija. Također, analize su, zbog kompleksnosti i dugotrajnosti metoda, provedene na manjem broju uzoraka (n=10). Kriteriji za odabir bili su u prvom redu pH_{KCl} i sadržaj humusa, a dalje se model nadopunjavao ostalim svojstvima tla. Razvijenim se modelima pomoću ovih podataka može izračunati kolika bi bila koncentracija organskog fosfora temeljem osnovnog seta podataka o tlu, tj. podacima koji se uobičajeno koriste u kontroli plodnosti.

Modeli sadrže osnovnu jednadžbu koja za proračun koncentracije organskog fosfora koristi podatake o aktulanoj pH,supsticucijskoj pH i humusu.

Takvi su modeli u ovom radu označeni s „OPH“ jer kao ulaznu analitičku vrijednost koriste pH_{H2O}, pH_{KCl} i humus

Y = odsječak + PAX1+PSX2+HX3

pri čemu je „Y“ proračun koncentracije organskog fosfora fosfora koji bi bio ekstrahiran određenom ekstrakcijom, „odsječak“ je odsječak na osi y, „PA“ je koeficijent utjecaja aktualne kiselosti a „X1“ je analitički utvrđena aktualna kiselost. Nadalje, „PS“ je koeficijent utjecaja supstitucijske kiselosti, a „X2“ stvarna supstitucijska kiselost, dok je „H“ koeficijent utjecaja humusa a „X3“ analitički utvrđen sadržaj organske tvari. Ove vrijednosti koristimo kao polazne vrijednost u modelu, tj. izračunu za sve tri frakcije organskog fosfora

Uobičajeno za sve regresijske modele je da zbog različitosti uzoraka i ekstrakcijskih metoda svi koeficijenti korelacije budu u pravilu manji od 1, što znači da postoje određena odstupanja vrijednosti regresijskog modela od stvarnih analitičkih rezultata te je takvo odstupanje prikazano kao odstupanje modela.

U razvoju modela prikazanih u ovom dijelu istraživanja odstupanje modela moguće je

smanjiti na dva načina:

1. uporabom različitih osnovnih jednadžbi, tj. različitih „OPH“ modela za svaku pojedinu grupu uzoraka određenog raspona pH vrijednosti, s pretpostavkom značajnog utjecaja pH vrijednosti na frakciju ekstraktabilnog fosfora
2. direktnim uvođenjem koncentracije AL fosfora i kalija kao dopunskih svojstava tla u regresijsku jednadžbu kreiranjem modela koji za ulazne podatke pored opisanih svosjtava (oznaka modela „OP
3. H“) uzimaju u obzir i stvarno utvrđene koncentracije biljci prisupačnog fosfora i kalija

Na temelju značajnosti postignutih rezultata i utjecaja na odstupanje modela, u ovom su istraživanju prikazani „OPH“, „OPHP“, „OPHK“ i „OPHPK“ modeli, tj. kao ulazne vrijednosti korišteni su analitički rezulatai paktualne i supstitucijske kiselosti, sadržaja humusa, re koncnetracije AL fosfora i kalija

"OPHP" modeli koriste pH_{H2O}, pH_{KCl} i humus te AL-P.

U regresijskoj formuli modela

Y = odsječak + PAX1+PSX2+HX3+PX4

„P“ je koeficijent utjecaja AL-P, a „X3“ je analitički utvrđena vrijednost AL-P.

„OPHK“ modeli koriste pHH2O, pHKCl i humus te AL-K. Analogno prethodno modelu, u regresijskoj formuli

Y = odsječak + PAX1+PSX2+HX3+KX4

vrijednost „K“ je koeficijent utjecaja AL-K, a „X3“ je analitički utvrđena vrijednost AL-K.

„OPHPK“ modeli su svojevrsni zbroj ostalih modela jer koriste sve kombinacije svojstava tla kao ulaznu analitičku vrijednost:

Y = odsječak + PAX1+PSX2+HX3+PX4+KX5

4.2.1. Regresijski model proračuna organskog fosfora temeljem osnovnih svojstava tla

Prilikom kreiranja regresijskih modela, za sve tri ekstrakcije, jedino se u trećoj ekstrakciji pokazalo statistički opravdano koristiti sve navedene modele. Naime zbog izostanka organske frakcije kod pojedinih uzoraka nije imalo smisla razvijati modele dalje od osnovnog (tablica XX) za frakcija I i II. Što se tiče odstupanja, najveće je bilo kod osnovnog modela za II ekstrakciju, a

najmanje kod „OPHP“ modela u trećoj ekstrakciji 6,48 %. Openito, možemo reći kako je uvođenje dopunskih varijabli doprinjelo smanjenju odstupanja modela. Nadalje, odstupanje modela u osnovnoj jednadžbi za I i II ekstrakciju bilo je izrazito nisko 9,87 tj. 7,64 % dok je to ostupanje u II frakciji iznosilo 29,54% (tablica 5). Ovakvi rezultati vjerojatno su posljedica malog broja uzoraka iako su uzorci bili reprezentativni i obuhvaćali su različite vrijednosti pH, te pristupačnog fosfora i kalija.

Tablica 5. Regresijski model proračuna organskog fosfora

Organski P	jednadžba modela	r	odsječak	pHH2O (PA)	pHKCl (PS)	Humus (H)	AL-P (P)	AL-K (K)	odstupanje modela (%)	smanjenje odstupanja (%)
svi uzorci I ekstrakcija	**„OPH“**	0,55	121	72	108	83,2	-	-	9,87	
svi uzorci II ekstrakcija	**„OPH“**	0,51	5	19	32,7	19,2	-	-	29,54	-19,67
svi uzorci III ekstrakcija	**„OPH“**	0,80	-761	532	-526	231	-	-	7,64	2,23
	„OPHP“	0,85	-541	432	-432	162	1,21	-	6,48	3,39
	„OPHK“	0,86	-956	608	-573	162	-	4,79	7,12	2,75
	„OPHPK“	0,86	-932	598	-564	162	0,07	4,50	6,97	2,90

5. Rasprava

5.1. Osnovna svojstva tla

Količina biljci pristupačnog fosfora usko je povazana s kemijskim osobinama tla, a pri tome reakcija tla utječe na forme fosfora u tlu te na njegovu pristupačnost, te istovremeno ima i velik utjecaj na efikasnost gnojidbe. Naime, kako navodi Benton (2001.), odnos pojedinih frakcija anorganskog fosfora u tlu ovisi prvenstveno o pH rekciji tla, pa su u kiselim tlima (naročito kod $pH_{KCl} < 5,5$) dominantni ioni željeza i aluminija koji lako stupaju u kemijske reakcije s ionima fosfata u tlu i na taj ga način kemijski vežu u Al-fosfate i Fe-fosfate koji su, generalno, teško pritupačni biljci. Kada je reakcija tla iznad pH 7,3, topive forme fosfata naglo se smanjuju zbog njegovog vezivanja s ionima kalcija u tlu i tvorbe Ca-fosfata (Benzing i Richardson, 2005.).

Mada je u istraživanju zbog kompleksnosti i skupoće analize bilo obuhvaćeno svega 10 uzoraka pH vrijednost obuvatila je skupine tala od jako kiselih do slabo alkalnih. Isto tako, u pogledu koncentracije biljci prstupačnog fosfora utvrđena je heterogenost rezultata te su se uzorci kretali od klase siromašnih do klase jako bogatih pristupačnim fosforam. Koncentracija kalija bila je ujednačenija od klase dobro opskrbljeno do klase jako bogato opskrbljenih.

Humus u tlu utječe na vrlo značajna kemijska i fizikalna svojstva kao što su struktura, kapacitet za vodu, sorpcija iona te sadržaj neophodnih elemenata. Gledano s aspekta pristupačnosti fosfora u tlu, veća količina organske tvari u tlu povezana je s većom pristupačnosti fosfora u tlu. Isto tako, Al-Jaloud et al. (1998.) ističu kako je koncentracija fosfora u tlu usko povezana s količinom organske tvari tla, posebice u aridnom klimatu. Isti autori došli su do zaključka kako je velika razlika između ukupnog i biljci pristupačnog fosfora u karbonatnim tlima, te da unošenje svježe organske tvari u tlo povećava biljci pristupačni fosfor. Prema utvrđenim minimalnim i maksimalnim vrijednostima koncentracije humusa, istraživani uzorci tla svrstani su u samo jednu kategoriju prema Gračaninu, slabo humozna tla (1-3 % humusa) gdje je kompletan broj uzoraka utvrđen u grupi s iznad 2 % humusa. Ovakvi rezultati suprotni su postojećim podacima o trendu smanivanja količine humusa u oraničnom sloju tla kontinentalnog dijela Republike Hrvatske zbog intenzivne poljoprivredne proizvodnje. Naime, rezultati istraživanja različitih autora pokazuju kako je u Republici Hrvatskoj velika zastupljenost tala s prosječnom količinom humusa oko 2%, a na takvo stanje prije svega utječe suvremena

poljoprivredna proizvodnja i nedovoljno unošenje organske tvari u tlo. Međutim odabir ogranske tvari tla kao jedne od osnovnih komponenti ovog istraživanja krije se u pretpostavci povezanosti organske tvar tla s organskim fosforom, te su stoga birani uzorci s većim sadržajem organske tvari.

Pojedini autori utvrđuju da kod tala s nižim sadržajem fosfora i visokim sadržajem humusa može izostati reakcija biljke na preporučene doze gnojiva, što tumače pretpostavkom da je količina biljci pristupačnog fosfora viša nego što pokazuju rezultati laboratorijske analize (Kovačević, 1992).

Istraživanja provedena u ovom radu nisu u potpunosti potvrdila ovu pretpostavku, odnosno nije utvrđena korelacija između humusa i količine organskog fosfora u tlu, ali je količina humusa uvelike utjecala na međusobni odnos ukupnog, organskog i anorganskog fosfora u tlu. Isto tako razvijeni modeli predviđanja AL fosfora na temelju ukupnog i organskog fosfora u tlu bili su pod velikim utjecajem količine humusa u tlu. Uključivanje količine humusa u tlu u regresijsku jednadžbu rezultiralo je povećanjem koeficijenta korelacije i smanjenjem odstupanja modela. Tako je uključivanjem podataka o količini humusa u tlu kod modela proračuna AL fosfora na temelju organskog i ukupnog fosfora koeficijent korelacije porastao s r = 0,43 na r = 0,89, a odstupanje modela smanjeno je za 66,8 %.

U Hrvatskoj se AL metoda koristi za ekstrakciju fosfora i na kiselim i na karbonatnim tlima, a rezultati analiza služe za izradu gnojidbenih preporuka za ratarske usjeve i trajne nasade (Lončarić et al., 2003., Vukadinović et al.,1996.).

Kategorije opskrbljenosti tala fosforom najčešće se definiraju s aspekta kiselosti tla s obzirom da je raspoloživost fosfora u tlu u velikoj mjeri određena pH reakcijom tla. Tako se granice siromašne, dobre, bogate i ekstremno bogate opskrbljenosti tla fosforom povećavaju ukoliko je izmjenjiva kiselost tla veća od 6, a smanjuju u kiselijim tlima. Uvažavajući takvu interpretaciju rezultata ekstrakcije lakopristupačnog fosfora AL metodom, utvrđeno je da distribucija uzoraka unutar različitih kategorija kiselosti bila prilično heterogena, odnosno veći je broj tala pripadao kategoriji jako siromašnih i siromašnih tala (174 uzorka), dok je kategorijama bogatih i ekstremno bogatih tala pripadalo manje uzoraka (101). U kategoriju dobro opskrbljenih tala fosforom pripadalo je 87 uzoraka. Minimalna koncentracija AL-fosfora 0,10 mg kg^{-1} P_2O_5 zabilježena je u uzorku blago kisele izmjenjive pH reakcije, dok je maksimalna koncentracija

AL-fosfora od 468,90 mg kg^{-1} P_2O_5 utvrđena u karbonatnom uzorku.

5.2.Organski i ukupni fosfor u tlu

Osime osnovnih analiza na istom broju uzoraka određena je količina organskog fosfora u tlu. U većini tala kako ističu Borie i Rubio (2003.) organski fosor tla predstavlja više od 50 % ukupnog fosfora i to većinom u obliku inositol penta i heksa fosfata vezanih željezom i aluminijem. Autori također navode da je od krucijalnog značaja aktivnost enzima fosfataze u tlu jer većina biljaka može usvojiti fosfor isključivo u anorganskom obliku. Isto tako količina organskog fosfora u tlu usko je povezana s količinom organske tvari pa je posebno ispitan utjecaj humusa na organski fosfor gdje se nisu dobili očekivani rezultati. Naime, nije utvrđena statistička značajnost između količine organskog fosfora u tlu i humusa, ali je utvrđen veliki utjecaj humusa na korelacije pojedinih frakcija fosfora u tlu. Gledano sa stajališta sadržaja humusa u tlu, vrlo slabo humozna tla imala su prosječno 12,0 % organskog fosfora, dok su dosta humozna tla imala prosječno 7,1 % organskog fosfora. Različiti udio organskog fosfora u vrlo slabo humoznim tlima u odnosu na humozna tla, vjerojatno je posljedica različitog intenziteta mineralizacije, C/P, N/P odnosa, te različitoj aktivnosti enzima fosfataze (Anderson, 1980.). Također, porast sadržaja organske tvari tla može vezanjem slobodnog anorganskog fosfora (humat efekt) utjecati na pad udjela organskog fosfora u tlu.

O fosforilaciji, kao i o pristupačnosti različitih spojeva organskog fosfora dodanih u tlo postoje brojni podaci, ali se vrlo malo zna o pristupačnosti čistog organskog fosfora u tlu. Dokaz kako je organski fosfor u tlu iskorišten od strane biljaka, velikim dijelom leži u istraživanjima koja se bave promjenama sadržaja ukupnog organskog fosfora u tlu prilikom obrade tla.

Sholleenberger (2005.) je ispitivao sadržaj ukupnog i organskog fosfora na 12 izvornih tala koja nisu obrađivana, te redovno obrađivanih tala. Prilikom istraživanja došao je do sljedećih rezultata: prosječan gubitak ukupnog i organskog fosfora na obrađivanim tlima kretao se od 26-28 %. Iako je naknadno otkriveno kako organski fosfor nije bio potpuno ekstrahiran iz tla metodom koju je koristio Sholleenberger podaci ovog istraživanja bez sumnje imaju kvalitativan značaj.

U sličnom istraživanju, Pearson (2006.) usporedio je sadržaj organskog i mineralnog

fosfora u slojevima tla od 0-15 cm u izvornim tlima bez obrade, te stalno obrađivanim tlima. Prosječna količina organskog i mineralnog fosfora na stalno obrađivanim tlima je iznosila 192 mg/kg i 182 mg/kg, dok je na izvornim tlima bez obrade prosječna količina bila veća, te je iznosila 275 mg/kg za organski, te 236 mg/kg za mineralni fosfor . Prosječni gubitak organskog fosfora iznosio je 83 mg/kg u usporedbi s gubitkom mineralnog fosfora od 55 mg/kg. Nadalje, pokazano je kako je znatan gubitak organskog fosfora u tlu mogao nastati tijekom dužeg vremenskog razdoblja. Autor je svjestan nedostatka istraživanja koja se bave pokušajima određivanja količine mineraliziranog organskog fosfora u različitim tlima, tijekom kraćeg vremenskog razdoblja. Takva istraživanja mogu biti vrijedna u procjeni statusa fosfora u tlu.

Transformacija organskog dušika u mineralni dušik je već proučena ispitivanjem sadržaja nitrata tijekom inkubacije. U slučaju organskog fosfora, određivanje sadržaja mineralnog fosfora oslobođenog tijekom inkubacije je komplicirano zbog činjenice da mineralni fosfor nije topljiv u vodi. Svrha ove faze istraživanja je otkriti mogućnosti određivanja sadržaja organskog fosfora koji tijekom inkubacije prelazi u mineralni oblik. Dostupni dokazi ukazuju na to da je glavni oblik organskog fosfora pronađenog u tlu fitin, njegovi derivati, te spojevi kao nukleinske kiseline. Pokazano je kako se male količine ova dva oblika fosfora mogu kvantitativno odvojiti taloženjem sa natrijevim hidroksidom. Kada se natrijev hidroksid doda ekstraktu koji sadrži organski fosfor, doći će do stvaranja dvije frakcije. Jedna frakcija će se nalaziti u talogu, dok će druga frakcija ostati u filtratu. Frakcija koja je istaložena natrijevim hidroksidom je već defosforilirana i sadrži enzim fitazu, ali ne u korijenu. S druge strane, frakcija koja je ostala u filtratu je izrazito defosforilirana korijenom i sadrži enzim nuklezu. Osjetljivost ovih dvaju frakcija na defosforilaciju alkalnim natrijevim hipobromitom se također razlikuje. Frakcija u talogu postoji kao vrlo stabilan fitin, dok je frakcija u filtratu defosforilirana u otprilike istoj mjeri kao i nukleinske kiseline. Nadalje, količina organskog fosfora u obje frakcije nije dovoljna za izolaciju i pozitivnu identifikaciju prisutnih spojeva. Također ponašanje dvaju frakcija u smislu defosforilacije različitim enzimima i natrijevim hipobromitom snažno ukazuje da se istaložena frakcija u suštini sastoji od fitina i njegovih derivata, dok frakcija u filtratu sadrži oblike nukleinskih kiselina. Činjenica da fitin, kao i njegovi derivati koji su prethodno izolirani iz tla, proučavani zajedno s dokazom da ovi spojevi zajedno sa spojevima poput nukleinskih kiselina čine glavninu organskog fosfora u tlu, dodatno podupire ovo gledište.

Poseban naglasak stavljen je na korelacije frakcija pri određivanju koncentracije organskog fosfora gdje su utvrđene visoke korelacije između digestije i ekstrakcije u pojednim stupnjevima ekstakcije organskog fosfroa i kretale su se od r=0,76 do r=0,96.

Isto tako, utvrđene su visoke međuovisnosti ukupne i mineralne frakcije pri sva tri stupnja ekstrakcije od r=0,70 do r=0,98. Za razliku od utvrđenih međuovsinost između ukupne i mineralne frakcije kod ukupne i organske frakcije korelacija je utvrđena samo u trećem stupnju ekstrakcije r=0,98. To je posljedica rezulata izostanka organskog fosfora kod pojedinih uzoraka tj. kod pojedinih uzoraka u prva dva stupnja ekstrakcie nije se estrahirao organski fosfor iako je za sve uzorke utvrđeno da su bogati organskom tvari. Isto tako , za te uzorke utvrđeno je da pripadaju kategoriji bogatih i jako bogatih lakopristupačnim fosforom, te je to zasigurno imalo utjecaj na izostanak organske frakcije. pH vrijednost nije imala nikakvog utjecaja jer se radi o vrlo različitim uzorcima s obzirom na supstitucijsku kiselost od kielih do slabo alkalnih.

Rezultati analiza organskog fosfora u tlu poslužili su za prognoze rezultata organskog fosfora, temeljem osnovnih svojstava tla. Između organskog fosfora i, aktualne i supstitucijske kiselosti te sadržaja humusa utvrđen je koeficijent korelacije r= 0,55. Isto tako razvijeni regresijski model bio je vrlo osjetljiv na proširivanje ulaznih varijabli pa se uvođenjem informacije biljci pristupačnom fosforu i kaliju koeficijent korelacije povećao na r=0,86, odstupanje modela se smanjilo.

Generalno, možemo reći da iako nije posebno naglašen pozitivan odnos između organskog fosfora i humusa u tlu, njihova interakcija doprinjela je poboljšanju razvijenih modela. Isto tako, modele bi trebalo validirati setovima podataka prikupljenim na poljskim pokusima. Nadalje, razvijeni modeli mogu biti korisni i u slučajevima kada pojedina informacija o tlu nedostaje, jer se ona može izračunati iz raspoloživih podataka. To je posebno korisno u slučaju utvrđivanja ukupnog fosfora u tlu, kada se na temelju podataka o anorganskom fosforu (fosfor analiziran uspoređivanim metodama), organskom fosforu, humusu i pH (osnovna agrokemijska svojstva) mogu utvrditi vrijednosti ukupnog fosfora bez provođenja skupih analiza.

6. Zaključak

1. Analizirani uzoci imali su široki raspon supstitucijske kiselosti od jako kiselog do slabo alkalnog.

2. Po koncentraciji AL fosfora pripadali su u skupne siromašnih do jako bogatih, a po koncnetraciji AL kalija u kategorije od dobro opskrbljenih do jako bogatih.

3. Najhomogeniji su bili rezulatai sadržaja organske tvari gdje svi uzorci pripadaju klasi osrednje humoznih tala.

4. Koncentracija organskog fosfora određivala se u tri stupnja: ekstrakcijom s $NaHCO_3$, HCl, i NaOH.

5. Treća ekstrakcija s NaOH (stabilni, vezani fosfor) imala je najveće utvrđene vrijednosti organskog fosfora i kretale su se u rasponu od 278,50 mg/kg do 579,50 mg/kg s prosjekom od 370,85 mg/kg.

6. Korelacijom je utvrđen visoki stupanj međuovisnosti ova dva postupka kod sva tri ekstrakcijska postupka i sredstva (NaHCO3 r=0,78, NaOH r=0,76) s tim da je najveći koeficijent korelacije između digestije i ekstrakcije utvrđen za HCl ekstakciju tj. za srednje labilni fosfor (r= 0,96).

7. Utvrđene su korelacije između ukupnog i mineralnog fosfora u tlu pri čemu je u prvoj ekstakciji utvrđena korelacija bila r=0,84, zatim je u drugoj ekstrakciji korelacija između ukupne i mineralne frakcije dosegla maksimum od r=0,98, a u trećem stupnju ekstrakcije bila je najmanja i iznosila je r= 0,70.

8. Između ukupnog i mineralnog fosfora utvrđena je korelacija samo u trećem stupnju ekstrakcije i iznosila je visoka r=0,98.

9. Regresijski modeli razvijeni u ovom radu vrlo su jednostavni i primjenjivi jer mogu dati nove podatke o organskom fosforu već na temelju aktualne, supsticijske kiselosti i sadržaja organske tvari.

10. Preciznost modela značajno povećavaju uvijek dostupni podaci o tlu, prije svega AL-P

i AL-K.

11. Rezultati modela mogu služiti za procjenu količine organskog fosfora temeljem osnovnog seta podataka o tlu, za korekciju preporuka na temelju AL metode (posebice humoznim tlima), za proučavanje i tumačenje razloga izostanka reakcije usjeva na preporučenu gnojidbu, za proučavanje promjena pristupačnosti fosfora u tlu usljed promjena pH reakcije, za proučavanje utjecaja humusa i raspoloživog fosfora na frakciju organskog fosfora u tlu.

7. Popis literature

1. Al-Jaloud, A. A., Hussain, G., Bashour, I. I.(1998.): Analitical methos: Evaluation and status of phosphorus fractionation in calcareous soils of Saudi Arabia. Commun. Soil Sci. Plant anal. 33: 15-18.

2. Acquaye, D. K. (1963.):Some significance of soil organic phosphorus mineralization in the phosphorus nutrition of cocoa in Ghana. Plant and Soil. 19 (1): 65-80.

3. Barbanti, A. Bergamini, M. C. Frascari, F. Miserocchi S. Rosso G.(1994.) Critical Aspects of Sedimentary Phosphorus Chemical Fractionation. Journal of Environmental Quality23 (5): 1093-110.

4. Borie, F., Rubio, R. (2003.): Total and Orgaic Phosphorus in Chilean Volcanic Soils. Gayana Bot. 60(1): 69-78.

5. Bowman, R. A.(1989.):A Sequential Extraction Procedure with Concentrated Sulfuric Acid and Dilute Base for Soil Organic Phosphorus. Soil Science Society of America Journal. 53 (2): 362-366.

6. Bünemann, E.K., Smernik, R.J., Marschner, P. McNeill, A.M. Microbial synthesis of organicand condensed forms of phosphorus in acid and calcareous soils. Soil Biology and Biochemistry. 40 (4): 932–946.

7. Braschi, I., Ciavatta, C., Giovannini, C., Gessa, C. (2003.): Combined effect of water and organic matter on phosphorus availability in calcareous soils. Nutrient Cycling in Agroecosystems 67: 67-74.

8. Condron, L. M. .Moir, J. O.. Tiessen, H.., and Stewart, J. W. B.(1990.) Critical Evaluation of Methods for Determining Total Organic Phosphorus in Tropical Soils. Soil Science Society of America Journal- 54 (5): 1261-1266.

9. Dormaar J.F. (1968.) Extraction of organic phosphorus in chernozemic soils. Plant and Soil 28 (2): 268-279.

10. Dormaar, J. F. Webster, G. R., (1963.) Determination of total organic phosphorus in soils by extraction methods. Canadian Journal of Soil Science, 43(1): 35-43.

11. Hedley, M. J. Stewart, J. W. B. Chauhan, B. S. (1982.): Changes in Inorganic and Organic Soil Phosphorus Fractions Induced by Cultivation Practices and by Laboratory Incubations. Soil Science Society of America Journal. 46 (5): 970-976.

12. Irving G. C. J. and Cosgrove D. J. (1982.): The use of gas-liquid chromatography to determine the proportions of inositol isomers. Soil Science.168 (7): 469-478.

13. Jarosch, K.; Frossard, E.; Bünemann, E. K.(2013.) Organic phosphorus characterisation in agricultural soils by enzyme addition assays. Geophysical Research Abstracts 15.

14. Kovacevic, V. Bertic, B. Josipović, M. (1992.): Kalcizacija i fosfatizacija kao faktori proizvodnje kukuruza u istočnoj bosanskoj Posavini. Znan. Prak. Poljopr. Tehnol., 22: 2. 331-342.

15. Kuo, S. (1996.): Methods of soil analysis. Part 3 chemical methods. 32: 874-876.

16. Magid, J., H. (1996.): Dynamics of organic phosphorus in soils under natural and agricultural ecosystems. A. Piccolo (ed.) Humic substances in terrestrial ecosystems. Elsevier, Oxford: 429–466.

17. Mehta, N. C., Legg, J. O., Goring, C. A. I., Black, C. A. (1954.): Determination of organic phosphorus in soils: I. Extraction method. Soil Science Society of America Journal 18 (4) :443-449.

18. Nash D.M, Haygarth P.M. Turner B.L., Condron L.M., Richard W., McDowell R.W.,Alan E. Richardson A.E., Watkins M., Heaven M.W. (2013.): Using organic phosphorus to sustain pasture productivity: A perspective. Geoderma 221–222 :11–19.

19. Saunders, W.M.H., Williams E.G. (1995): Observations on the determination of total organic phosphorus in soils. Journal of Soil Science. 6 (2): 254–267.

20. Scherer, H.W., Sharma, S.P. (2002.): Phosphorus fractions and phosphorus delivery potential of a luvisol derived from loess amended with organic materials,.Biol Fertil Soils 35:414-419.

21. Spohn, M., Kuzyakov, Y.(2013.): Phosphorus mineralization can be driven by microbial need for carbon. Soil Biology & Biochemistry. 61: 69-75.

22. Turner, B. L., Blackwell, M. S. A. (2013.) Isolating the influence of pH on the amounts and forms of soil organic phosphorus. European Journal of Soil Science64 (2): 249–259.

23. Turner, B.L., Cade-Menun, B.J., Condron, L.M., Newman, S. (2003.): Extraction of soil organic phosphorus. Talanta. 66294-306.

24. Turner B.L.,Cade-Menun, B.J.,Condron, L. M.,Newman S.(2005.):Extraction of soil organic phosphorus. Talanta 66 (2): 294–306.

25. Turner, B.L., Cade-Menun, B.J., Westermann, D.T. (2005.): Organic Phosphorus Composition and Potential Bioavailability in Semi-Arid Arable Soils of the Western Unitet States, Soil Sci. Soc. Am. J. 67:1168-1179.

26. Turner, B.L., Leo, M. Condron, L.M., Sarah ,J. Richardson S.J, Peltzer, D.A. Allison, V.J. (2007.):Soil Organic Phosphorus Transformations During Pedogenesis. Ecosystems, 7: 1166-1181.

27. Vance, C. P. and Graham, P. H. (1996.): Legumes: Importance and constraints to greater use. Plant Physol, 131: 872-877.

28. Vetterlein, D., Bergmann, C.,Huttl, R. (1999.): Phosphorus availability in different types of open-cast mine spoil and the potential impact of organic matter application, Plant and Soil 213:189-194.

29. Ziadi, N., Bélanger, G., Cambouris, A. N., Tremblay, N., Nolin, M. C., Claessens, A.(2007.): Relationship between P and N concentrations in corn. Agron. J. 99:833–841.
Al-Jaloud, A. A., Hussain, G., Bashour, I. I.(1998.): Analitical methos: Evaluation and status of phosphorus fractionation in calcareous soils of Saudi Arabia. Commun. Soil Sci. Plant anal. 33: 15-18.

8 . Sažetak

Organski fosfor u tlu se može naći u obliku velikog broja kemijskih spojeva, te upravo o kemijskom obliku fosfora uvelike ovisi njegova pristupačnost biljkama. Cilj rada jest determinirati najbolju metodu za analizu organskog fosfora u tlu te prikazati ukupni potencijal organskog fosfora u tlima istočne Slavonije. Pretpostavka je da na sadržaj organskog fosfora u tlu ima veliki utjecaj sadržaj humusa, te je cilj utvrditi korelacije između navedenih svojstava tla. Svaka od ekstrakcija sastojala se iz dva analitička postupka: digestije i ekstrakcije. Korelacijom je utvrđen visoki stupanj međuovisnosti ova dva postupka kod sva tri ekstrakcijska postupka i sredstva ($NaHCO_3$ r=0,78, NaOH r=0,76) s tim da je najveći koeficijent korelacije između digestije i ekstrakcije utvrđen za HCl ekstakciju tj. za srednje labilni fosfor (r= 0,96). Nadalje, utvrđene su korelacije između ukupnog i mineralnog fosfora u tlu pri čemu je u prvoj ekstakciji utvrđena korelacija bila r=0,84, zatim je u drugoj ekstrakciji korelacija između ukupne i mineralne frakcije dosegla maksimum od r=0,98, a u trećem stupnju ekstrakcije bila je najmanja i iznosila je r= 0,70. Organski fosfor puno je stabilnija frakcija od mineralnog pa je korelacija utvrđena samo u trećem stupnju ekstrakcije, r=0,98. Regresijski modeli proračuna organskog fosfroa temeljem svojstava tla za utvrđivanje plodnosti kreirani su kako bi omogućili proračune vrijednosti ekstrahiranog organskog fosfora određenom ekstrakcijom bez provedene analize tla tom istom metodom, a na temelju analitičkih podataka jednog ili više različitih svojstava tla. Kriteriji za odabir bili su u prvom redu pH_{KCl} i sadržaj humusa, a dalje se model nadopunjavao ostalim svojstvima tla. Razvijenim se modelima pomoću ovih podataka može izračunati kolika bi bila koncentracija organskog fosfora temeljem osnovnog seta podataka o tlu, tj. podacima koji se uobičajeno koriste u kontroli plodnosti. Prilikom kreiranja regresijskih modela, za sve tri ekstrakcije, jedino se u trećoj ekstrakciji pokazalo statistički opravdano koristiti sve navedene modele. Naime zbog izostanka organske frakcije kod pojedinih uzoraka nije imalo smisla razvijati modele dalje od osnovnog za frakcija I i II. Što se tiče odstupanja, najveće je bilo kod osnovnog modela za II ekstrakciju, a najmanje kod „OPHP“ modela u trećoj ekstrakciji 6,48 %. Openito, možemo reći kako je uvođenje dopunskih varijabli doprinjelo smanjenju odstupanja modela.

9.Summary

Organic phosphorus in the soil is found in the form of a large number of chemical compounds, and just on the chemical form of phosphorus its availability to the plants. The aim was to determine the best method for the analysis of organic phosphorus in the soil and show the total potential of organic phosphorus in soils of eastern Slavonia. The assumption is that on the content of organic phosphorus in the soil has great influence humus content. Each of extraction consisted of two analytical procedures: digestion and extraction. The correlation is determined by a high degree of interdependence of these two procedures for all three agents and extraction procedures (r = 0.78 with NaHCO3, NaOH, r = 0.76) with the highest correlation coefficient between the digestion and extraction of the HCl the medium labile phosphorus (r = 0.96). In addition, correlations were found between total and mineral phosphorus in the soil in which the extraction is first determined in a correlation of r = 0.84, then the correlation between the second extraction and the total mineral fraction reached a maximum of r = 0.98, and in a third step extraction was the lowest and was r = 0.70. The organic phosphorus is much more stable than the mineral fraction and the correlation in the third extraction stage was r = 0.98. Regression models of organic phosphorus determination based on other soil properties have been created to facilitate the budgets values extracted organic phosphorus certain extraction without the analysis of the soil by the same method, based on the analytical data of one or more different properties of soil. The selection criteria were primarily pH_{KCl} and humus content, and continue to be a model complement with other soil properties. Models are developed using these data can be calculated the concentration of the organic phosphorus based on the basic set of soil data. Creating a regression model, for the three extraction, only a third extraction showed statistically significant use all the above models. Then, due to the absence of the organic fraction in some samples did not make sense to develop models beyond the basic fractions I and II. The biggest error was near the base model for the second extraction, and the lowest for "OPHP" model in the third extraction of 6.48%. In general, we can say that the introduction of additional variables contribute to reducing error models.

10. Popis tablica

Tablica 1	Rezultati osnovne analize tla ispitivanih uzoraka	11
Tablica 2	Klasifikacija tala prema interpretacijskim vrijednostima rezultata analize uzoraka	12
Tablica 3	Usporedba prosječnih vrijednosti koncentracija P_2O_5 i K_2O, te sadržaja humusa obzirom na reakciju tla	13
Tablica 4	Rezultati ispitivanja organskog fosfora pomoću 3 ekstrakcije	16
Tablica 5	Regresijski model proračuna organskog fosfora	23

11. Popis grafikona

Grafikon 1	Klase kiselosti tla	13
Grafikon 2	Klase opskrbljenosti tla fosforom prema AL-metodi	14
Grafikon 3	Korelacije digestije i ekstrakcije kod prve ekstrakcije s $NaHCO_3$	17
Grafikon 4	Korelacije digestije i ekstrakcije kod druge ekstrakcije s HCl	18
Grafikon 5	Korelacije digestije i ekstrakcije kod treće ekstrakcije s NaOH	18
Grafikon 6	Korelacija između ukupne i mineralne frakcije u prvom stupnju ekstrakcije	19
Grafikon 7	Korelacija između ukupne i mineralne frakcije u drugom stupnju ekstrakcije	19
Grafikon 8	Korelacija između ukupne i mineralne frakcije u trećem stupnju ekstrakcije	20
Grafikon 9	Korelacija između ukupne i organske frakcije u trećem stupnju ekstrakcije	20

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku **Diplomski rad**
Poljoprivredni fakultet
Sveučilišni diplomski studij **Ekološka poljoprivreda**
smjer: **Ekološka poljoprivreda**
Nina Pećar, Sveučilišna prvostupnica agronomije

Rad je izrađen: Zavod za agroekologiju Poljoprivredni fakutet u Osijeku
Mentor: doc. dr. sc. Brigita Popović

Sažetak

Značaj i potencijal iskoristivosti organskog fosfora u tlima istočne Slavonije

Organski fosfor u tlu se može naći u obliku velikog broja kemijskih spojeva, te upravo o kemijskom obliku fosfora uvelike ovisi njegova pristupačnost biljkama. Cilj rada jest determinirati najbolju metodu za analizu organskog fosfora u tlu te prikazati ukupni potencijal organskog fosfora u tlima istočne Slavonije. Pretpostavka je da na sadržaj organskog fosfora u tlu ima veliki utjecaj sadržaj humusa, te je cilj utvrditi korelacije između navedenih svojstava tla. Svaka od ekstrakcija sastojala se iz dva analitička postupka: digestije i ekstrakcije. Korelacijom je utvrđen visoki stupanj međuovisnosti ova dva postupka kod sva tri ekstrakcijska postupka i sredstva ($NaHCO_3$ r=0,78, NaOH r=0,76) s tim da je najveći koeficijent korelacije između digestije i ekstrakcije utvrđen za HCl ekstakciju tj. za srednje labilni fosfor (r= 0,96). Regresijski modeli proračuna organskog fosfroa temeljem svojstava tla za utvrđivanje plodnosti kreirani su kako bi omogućili proračune vrijednosti ekstrahiranog organskog fosfora određenom ekstrakcijom bez provedene analize tla tom istom metodom, a na temelju analitičkih podataka jednog ili više različitih svojstava tla. Kriteriji za odabir bili su u prvom redu pH_{KCl} i sadržaj humusa, a dalje se model nadopunjavao ostalim svojstvima tla. Razvijenim se modelima pomoću ovih podataka može izračunati kolika bi bila koncentracija organskog fosfora temeljem osnovnog seta podataka o tlu, tj. podacima koji se uobičajeno koriste u kontroli plodnosti. Prilikom kreiranja regresijskih modela, za sve tri ekstrakcije, jedino se u trećoj ekstrakciji pokazalo statistički opravdano koristiti sve navedene modele.

Broj stranica: 36
Broj tablica: 5
Broj literaturnih navoda: 29
Jezik izvornika: hrvatski
Ključne riječi: organski fosfor, ekstrakcija, regresijski model
Datum obrane:
Stručno povjerenstvo za obranu:
Povjerenstvo za obranu diplomskog rada:

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

Rad je pohranjen u: Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu, Hrvatske bratske zajednice bb i Sveučilištu u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University Josip Juraj Strossmayer Osijek **Graduate thesis**
Faculty of Agriculture in Osijek
University graduate study Organic production

Nina Pećar, BSc.

Thesis performed at Department of agroecology Faculty of Agriculture in Osijek
Supervisor: Ph.D. Brigita Popović, professor asisstant

Summary

The importance and utilization potential of organic phosphorus in soils of Eastern Slavonia

Organic phosphorus in the soil is found in the form of a large number of chemical compounds, and just on the chemical form of phosphorus its availability to the plants. The aim was to determine the best method for the analysis of organic phosphorus in the soil and show the total potential of organic phosphorus in soils of eastern Slavonia. The assumption is that on the content of organic phosphorus in the soil has great influence humus content. Each of extraction consisted of two analytical procedures: digestion and extraction. The correlation is determined by a high degree of interdependence of these two procedures for all three agents and extraction procedures (r = 0.78 with NaHCO3, NaOH, r = 0.76) with the highest correlation coefficient between the digestion and extraction of the HCl the medium labile phosphorus (r = 0.96). Regression models of organic phosphorus determination based on other soil properties have been created to facilitate the budgets values extracted organic phosphorus certain extraction without the analysis of the soil by the same method, based on the analytical data of one or more different properties of soil. The selection criteria were primarily pH_{KCl} and humus content, and continue to be a model complement with other soil properties. Models are developed using these data can be calculated the concentration of the organic phosphorus based on the basic set of soil data. Creating a regression model, for the three extraction, only a third extraction showed statistically significant use all the above models.

Number of pages: 36
Number of tables: 5
Number of references: 29
Original in: Croatian
Key words: organic phosphorus, extraction methods, regerssion models
Date of the thesis defense:
Reviewers:

1. doc. dr. sc. Krunoslav Karalić,member
2. doc. dr. sc. Brigita Popović, menthor
3. dr. sc. Vladimir Ivezić, member

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