

TUMAČENJE REZULTATA ANALIZE ZEMLJIŠTA

Tumačenje rezultata analize zemljišta podrazumeva poređenje dobijenih vrednosti sa graničnim vrednostima. Na osnovu rezultata analize određuju se ne samo količina, već i vrsta đubriva i način njegove primene. Prilikom tumačenja rezultata analize treba imati na umu i klimatske prilike, tip zemljišta, zahteve biljaka i nivo primenjivane agrotehnike.

Osnovnom agrohemijском analizom određuju se sledeći parametri:

- pH zemljišta u vodi i KCl
- sadržaj CaCO_3
- sadržaj humusa
- sadržaj ukupnog azota
- sadržaj lakopristupačnog fosfora i kalijuma

Poznavanje ovih svojstava zemljišta je jedan od bitnih preduslova pravilnog gazdovanja zemljištem, radi popravke fizičko-hemijskih osobina zemljišta i pravilnog odabira agrotehnike u cilju postizanja ekonomski isplative proizvodnje uz istovremenu zaštitu zemljišta kao prirodnog resursa.

Vrednost pH zemljišta

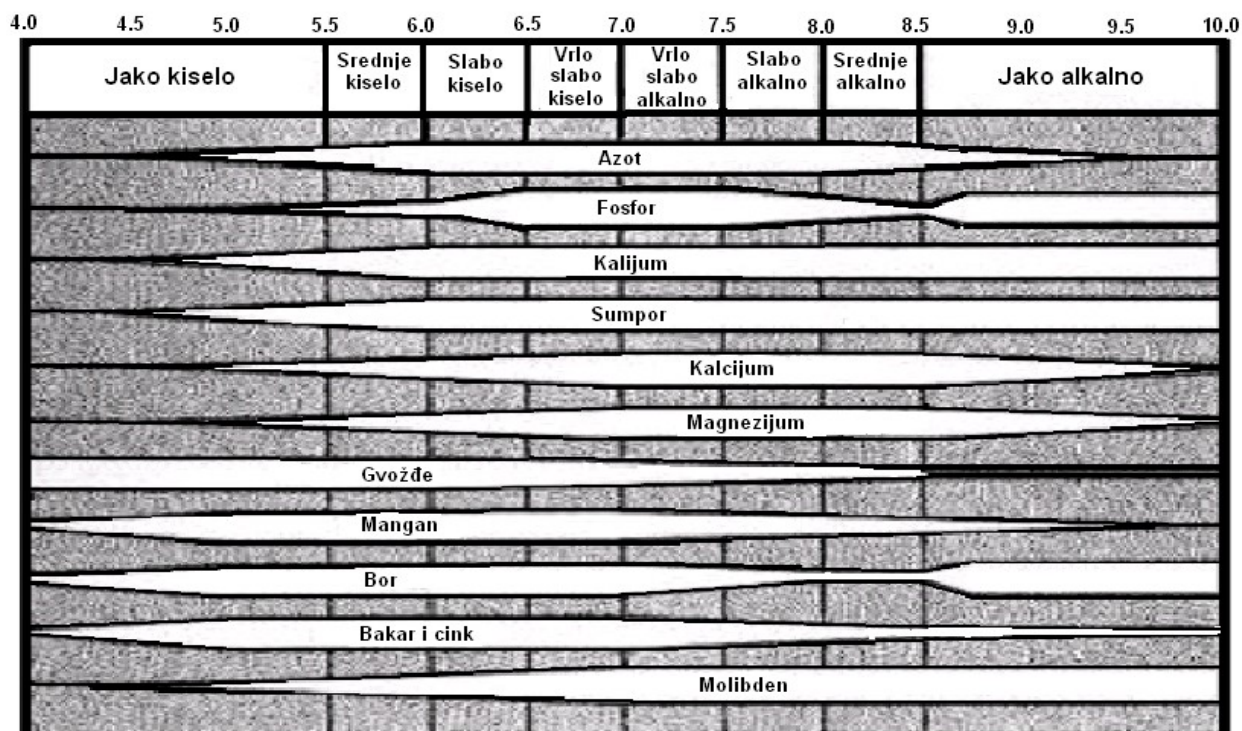
Reakciju zemljišnog rastvora određuje koncentracija slobodnih vodonikovih jona (H^+) u zemljišnom rastvoru a izražava se pH vrednošću. Kiselost zemljišta se deli na aktivnu i potencijalnu kiselost.

Aktivnu kiselost čine slobodni vodonikovi joni (H^+) koji se nalaze u zemljišnom rastvoru. Ona se određuje u suspenziji zemljišta sa vodom. Supstitucionu kiselost čine vodonikovi joni (H^+) koji se nalaze labavije vezani u adsorptivnom kompleksu i odatle se istiskuju u rastvor dejstvom soli kao što je npr. KCl. Vodonikovi joni koji su jače vezani u adsorptivnom kompleksu istiskuju se u rastvor dejstvom neke bazne soli kao što je npr. kalcijum acetat, i ova kiselost se naziva hidrolitička. Supstituciona i hidrolitička kiselost zajedno čine potencijalnu kiselost, i njenim poznavanjem može da se izvršiti kalcizacija kiselih zemljišta.

Reakciju zemljišnog rastvora određuje odnos između priticanja slobodnih kiselina i količine adsorbovanih katjona, karbonata i lakorastvorivih soli. U humidnim klimatskim uslovima i šumskim zemljištima preovladava kisel reakcija zbog povećanog ispiranja baznih jona, a za aridna područja kao što je subotički region karakteristična je alkalna reakcija zemljišta zbog povećanog sadržaja teže rastvorivog kalcijumkarbonata CaCO_3 u zemljištu, i određena je ravnotežom u sistemu CaCO_3 , CO_2 i H_2O .

Isto tako pH varira u jednom istom zemljištu i u zavisnosti od godišnjeg doba, i tokom leta kada su mikrobiološki procesi izraženi ona je niža, a viša je tokom zime kada su mikrobiološki i hemijski procesi svedeni na minimum.

Od reakcije zemljišnog rastvora zavisi rastvorljivost mnogih jedinjenja, pa prema tome i mogućnost pojavljivanja pojedinih hranjivih elemenata u rastvoru, što ima direktnog uticaja na mogućnost njihovog usvajanja od strane biljaka. Na slici 6. (dole) prikazan je uticaj pH zemljišta na usvajanje pojedinih jona.



Slika 1. Uticaj pH na usvajanje biljnih hraniva

U tabeli 1. prikazana je klasifikacija zemljišta na osnovu pH vrednosti u 1 M rastvoru KCl.

Tabela 1.

pH vrednosti u 1 M KCl	Klasa zemljišta
< 4,5	jako kisela
4,51-5,50	kisela
5,51-6,50	slabo kisela
6,51-7,20	neutralna
7,21-8,20	slabo alkalna
>8,20	alkalna

S obzirom da je za uspevanje većine gajenih biljaka najpovoljnija slabokisela do neutralna reakcija zemljišta, može se istaći da je na alkalnijim zemljištima potrebno koristiti fiziološki kisela đubriva za ishranu biljaka kao što su urea, amonijumnitrat i amonijumsulfat, a u regionima gde je reakcija zemljišta slabokisela potrebno je upotrebljavati KAN od azotnih đubriva. Na zemljištima izražene kisela reakcije 4,51-5,50, potrebno je sprovesti kalcifikaciju zemljišta.

Sadržaj CaCO_3

Kalcijum se u zemljištu nalazi u obliku soli kalcijumkarbonata - CaCO_3 , kalcijum hidrokarbonata - $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, kalcijumsulfata - CaSO_4 i kalcijumnitrata $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, i drugih koje su manje ili više rastvorive. Kalcijum pokazuje veliku adsorptivnu sposobnost zbog čega dominira nad ostalim katjonima u adsorptivnom kompleksu. Kalcijum posredno ili neposredno utiče na delovanje mineralnih đubriva preko svog uticaja na promenu pH vrednosti zemljišta.

Kalcijum može da ograniči proizvodnju izazivajući nedostatak neophodnih elemenata kao što su gvožđe, cink, magnezijum i dr.

U tabeli 2. prikazana je klasifikacija zemljišta na osnovu sadržaja kalcijumkarbonata.

Tabela 2.

Sadržaj CaCO_3 u %	Klasa zemljišta
0	beskarbonatno
0,01-2,00	slabo karbonatno
2,01-5,00	srednje karbonatno
5,01-10,00	karbonatno
>10,01	jako karbonatno

Humus

Humus predstavlja smešu huminskih materija, koje su po svom sastavu pretežno visokomolekularne kiseline i niskomolekularnih međuprodukata razlaganja organske materije. Humus predstavlja izvor hranjivih materija za biljku jer se njegovom mineralizacijom oslobađaju biljna hraniva a još veći je njegov uticaj na strukturu zemljišta i njegove vodne, vazdušne i toplotne osobine. Humus ulazi u sastav organomineralnog kompleksa i utiče na povoljnu strukturu zemljišta i njegovu sorptivnu sposobnost. Na peskovitim zemljištima povećava kapacitet za vodu

a na glinovitim zemljištima rastresitost. Zemljišta bogata humusom su tamnija i bolje se zagrevaju. Intenzivnom obradom i navodnjavanjem humus se brže razgrađuje.

U tabeli 3. prikazana je klasifikacija zemljišta na osnovu sadržaja humusa.

Tabela 3.

Sadržaj humusa u %	Klasa zemljišta
< 1,00	vrlo slabo humozno
1,01-3,00	slabo humozno
3,01-5,00	humozno
5,01-10,00	jako humozno
>10,01	vrlo jako humozno

Da bi se sprečilo smanjivanje humusa u zemljištu potrebno je zaoravati žetvene ostatke a nikako ih spaljivati na njivi. Na slabo humoznim zemljištima preporučljivo bi bilo i obilnije đubrenje organskim đubrivima, pre svega stajnjakom.

Ukupni azot

Azot je neophodni makrohranjivi element koga nema u litosferi, tako da u pedosferu ne može dospeti raspadanjem minerala već tu dospeva azotofiksacijom, raspadanjem organske materije i unošenjem mineralnim đubrivima. U zemljištu se nalazi u organskom i mineralnom obliku koji čine ukupan azot. Za potrebe đubrenja biljaka značajno je poznavanje sadržaja mineralnog azota u zemljištu, a poznavanje ukupnog sadržaja azota pokazatelj je potencijalne plodnosti zemljišta.

U tabeli 4. prikazana je klasifikacija zemljišta na osnovu sadržaja ukupnog azota.

Tabela 4.

Sadržaj ukupnog N u %	Klasa zemljišta
< 0,10	siromašno
0,10-0,20	srednje
>0,20	dobro obezbeđeno

Sa stanovišta primene azotnih đubriva mnogo je važnije poznavati količinu mineralnog, odnosno nitrarnog azota u zemljištu. Biljka azot usvaja u vidu nitrarnog jona i manjim delom u vidu amonijačnog jona i zato se za potrebe racionalnog đubrenja ozimih strnina azotom u prolećnoj prihrani koristi N-min metoda (prema Wehrmanu i Scharpf 1979). Ova metoda je razvijena u Nemačkoj, a kod nas se koristi od sredine 80-tih godina prošlog veka. Metoda se zasniva na merenju rezidualnog azota u zemljištu, odnosno količine nitrarnog i amonijačnog oblika azota, neposredno pre prihrane useva. S obzirom da se amonijačni oblik azota fiksira u adsorptivnom kompleksu, njegova količina u rastvoru predstavlja prilično konstantnu vrednost (do 20 kg) pa se često izostavlja njegovo merenje. Razlika između potreba biljaka i utvrđene količine lakopristupačnog azota dodaje se đubrivima, pri čemu se kod obračuna potrebnih količina đubriva uzima u obzir i mineralizujuća sposobnost zemljišta tokom prolećnog dela vegetacije strnina. Na skici 1. prikazana su osnovna načela N-min metode.

Skica 1.

Prihrana (N đubriva)	Potrebe biljaka za odgovarajući prinos
Mineralizujuća sposobnost (tokom vegetacije)	
Rezidualni azot (0-90 cm)	

Za potrebe N-min analize kod strnina uzorci se uzimaju sa dubina 0-30 cm, 30-60 cm i 60-90 cm, a za utvrđivanje potrebe predsetvenog đubrenja suncokreta, kukuruza i šećerne repe i sa dubine 90-120 cm. Uzorci se uzimaju na desetak dana pred planiranu primenu đubriva.

Fosfor i kalijum

Utvrđivanje obezbeđenosti zemljišta fosforom i kalijumom ima veliki zanačaj u intenzivnoj biljnoj proizvodnji sa ekonomskog, biološkog i ekološkog gledišta. Kontrola plodnosti zemljišta čini osnovu za racionalnu primenu đubriva, radi ostvarenja visokih i stabilnih prinosa, uz istovremenu zaštitu životne sredine.

Fosfor se u zemljištu nalazi u organskom i mineralnom obliku. U sastav organskog fosfora zemljišta ulaze:

- organska fosforna jedinjenja biljnih delova;
- organska fosforna jedinjenja mikroorganizama;
- produkti ekskrecija mikroorganizama, korena, glista;
- fosfohumati (kompleksi humusa i fosforne kiseline).

Organski fosfor vodi poreklo od neorganskog fosfora koji su biljke i mikroorganizmi usvojili i vezali u organska jedinjenja. Najveći deo organskog fosfora u zemljištu je mikrobiološkog porekla. Organski fosfor nije pristupačan biljkama i tek razgradnjom organskih jedinjenja, u procesu hidrolize nastaje ortofosforna kiselina koja prelazi u zemljišni rastvor

odakle je biljke i mikroorganizmi mogu koristiti za ponovnu sintezu organskih jedinjenja. Količine organskog fosfora su varijabilne i kreću se od 3-75%, a najčešće u granicama 40-60% od ukupnog sadržaja fosfora u zemljištu.

Neorganski fosfor obuhvata jedinjenja različite rastvorljivosti, pa otuda i pristupačnosti za biljke:

- fosfor koji ulazi u sastav neraspadnutih stena i minerala
- fosfor koji je produkt potpune mineralizacije organskih fosfornih jedinjenja
- fosfor koji je sastavni deo sekundarnih tvorevina.

Fosfor iz minerala nije direktno pristupačan biljkama, već tek nakon njihovog raspadanja. Otuda ovaj oblik fosfora čini samo trajnu rezervu - bogatstvo zemljišta u ovom elementu. Fosfor iz ovih minerala se postepeno oslobađa pri njihovom raspadanju pod dejstvom vode, ugljen dioksida, ali i raznih kiselina, pre svih azotne, sumporne kao i radom mikroorganizama. Prelaženje fosfora iz ovih minerala u rastvorljivo stanje može da se ubrza i unošenjem đubriva koja menjaju reakciju zemljišta. Na taj način vrši se mobilizacija fosforne kiseline. Oslobođeni fosfatni joni, ukoliko ne budu usvojeni od strane biljaka manjim delom ostaju u zemljišnom rastvoru, a većim delom - grade fosfora jedinjenja različite rastvorljivosti. Tako u kiselim zemljištima, $\text{pH} < 5$ preovlađuju fosfati aluminijuma i gvožđa $[\text{AlPO}_4 \text{ i } \text{FePO}_4]$ koji su nerastvorivi i otuda je u takvim zemljištima nizak sadržaj lakopristupačnog fosfora za biljke. Nasuprot tome u zemljištima slabo kisele, neutralne i slabo alkalne reakcije, $\text{pH} 6-8,2$ preovlađuju rastvorivi fosfati kalcijuma- primarni i sekundarni Ca fosfati $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \text{ i } \text{CaHPO}_4]$. Sa daljim povećanjem reakcije zemljišta težnja je da se stvaraju nerastvorivi fosfati kalcijuma- okta i tri kalcijum fosfat $\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6 \times 5\text{H}_2\text{O}$ i $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

Koncentracija fosfora u zemljišnom rastvoru je vrlo mala i najčešće iznosi od 0,1-0,5 mg P_2O_5 po litri rastvora (ppm), a na izuzetno bogatim zemljištima dostiže i do 1 ppm. Značaj ovog fosfora je jako velik jer se smatra da biljke usvajaju fosfor isključivo u obliku jona ortofosforne kiseline iz zemljišnog rastvora. Ukoliko se koncentracija ovog fosfora u rastvoru smanji, bilo da ga usvoji biljka ili na drugi način, u rastvor će preći nove količine fosfata, i to onih koji su teže rastvorljivi, i obrnuto, ako mu se količina poveća (najčešće dodavanjem đubriva) onda će jedan deo ovog fosfora preći u teže rastvorljive fosfate.

Lakopristupačan fosfor je fosfor koji biljke mogu lako da usvoje za svoje potrebe, a tu spada: fosfor zemljišnog rastvora, adsorbovani deo fiksiranog fosfora, fosfor nekih jedinjenja (primarna, sekundarna i tercijarna jedinjenja alkalnih elemenata, primarna i delimično sekundarna jedinjenja zemnoalkalnih elemenata).

Kalijum je rasprostranjen element u prirodi. Od primarnih minerala najviše kalijuma sadrže feldspati koji su zastupljeni u svim stenama. Sekundarni minerali, odnosno minerali gline sadrže znatne količine kalijuma, a najviše Ilit i Vermikulit.

Sadržaj kalijuma u zemljištu se kreće od 0,2-3%, odnosno u oraničnom sloju od 30 cm nalazi se od 9.000 do 140.000 kg/ha kalijuma (Schilling, 2000). Ova količina predstavlja rezervu neorganskog kalijuma u zemljištu. Pored toga, u zemljištu se nalazi od 25 do 50 kg/ha kalijuma vezanog mikroorganizmima (Scheffer i Schachtschabel, 1989). Kalijum iz primarnih i sekundarnih minerala nije pristupačan biljkama. Tek nakon njihovog razlaganja pod uticajem vlage, slabih kiselina, temperature ili silikatnih bakterija oslobađa se jon kalijuma, koji ulazi u zemljišni rastvor, time postaje pristupačan za biljke ili se adsorbuje na zemljišne koloide.

Sa stanovišta pristupačnosti za biljke, kalijum se u zemljištu može podeliti na:

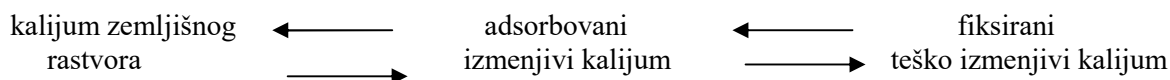
- kalijum ugrađen u kristalnu rešetku primarnih minerala 90-98%
- kalijum prisutan u fiksiranom neizmenjivom obliku 1-10%
- kalijum prisutan u izmenjivom, adsorbovanom obliku 1-2%
- kalijum u zemljišnom rastvoru 6-20 mg/l (ppm).

Kalijum koji se nalazi u kristalnoj rešetki minerala je u potpunosti nepristupačan za biljke, sve do njihovog raspadanja. Za biljke je pristupačan kalijum iz zemljišnog rastvora, kalijum adsorbovan na koloidima zemljišta i kalijum koji se nalazi fiksiran u međulamelarnom prostoru minerala gline.

Fiksacija je proces u kome, u zemljištima koja sadrže glinu, veći deo unetog kalijuma ulazi i biva vezan u kalijumu osiromašenim i usled toga razmaknutim međuslojnim prostorima minerala gline. Kada joni kalijuma ulaze u međuslojni razmak glinenih minerala, koji se odlikuje negativnim nabojem, dolazi do sužavanja međuprostora (skupljanja) između slojeva tih minerala i time joni kalijuma bivaju zatvoreni, fiksirani.

Izmenjivi ili adsorbovani kalijum obuhvata sav kalijum adsorbovan fizičko-hemijskim silama na površini koloidnih čestica. Pod izmenom katjona podrazumeva se proces u kom katjon slabo vezan za sorpcioni kompleks prelazi u zemljišni rastvor i istovremeno jedan drugi katjon iz zemljišnog rastvora zauzima njegovo mesto i vezuje se na sorpcionom kompleksu u izmenljivom obliku. Količina vezanih katjona na sorpcionom kompleksu uvek je u dinamičnoj ravnoteži sa njihovim udelom u zemljišnom rastvoru.

Između kalijuma zemljišnog rastvora, adsorbovanog kalijuma i fiksiranog kalijuma vlada dinamička ravnoteža. Smanjenjem koncentracije kalijuma u rastvoru, jedan deo adsorbovanog kalijuma prelazi u rastvor i obrnuto.



Kalijum se u zemljišnom rastvoru nalazi u količini od 1-10 mg/l (ppm). U rastvoru se nalazi u vidu rastvorivih soli. Ova količina zadovoljava svega 5% potreba biljaka, ali se obnavlja na račun izmenjivog - adsorbovanog i neizmenjivog-fiksiranog kalijuma. Zahvaljujući tome biljke su u većoj ili manjoj meri tokom cele vegetacije obezbeđene kalijumom.

Obezbeđenost zemljišta fosforom i kalijumom sa stanovišta biljaka utvrđuje se na osnovu sadržaja lakopristupačnih oblika ovih elemenata u zemljištu. U svetu je razvijen veći broj metoda za utvrđivanje sadržaja lakopristupačnog fosfora i kalijuma koje se međusobno razlikuju po ekstrakcionom sredstvu i dužini ekstrakcije.

U našoj zemlji kao zvanična metoda za određivanje sadržaja lakopristupačnog fosfora i kalijuma služi AL-metoda Egner i Riehma (1958). Princip određivanja ovom metodom zasniva se na tretiranju zemljišta rastvorom za ekstrakciju, AL – rastvorom, čime se adsorbovani, odnosno izmenjivi fosfor i kalijum prevode u rastvor. U ekstraktima fosfor se određuje spektrometrijski a kalijum plamenofotometrijski. Kalibracijom metode pomoću poljskih oglada određene su granične vrednosti obezbeđenosti zemljišta i potrebe đubrenja biljaka.

Ukoliko je zemljište optimalno obezbeđeno fosforom i kalijumom, potrebno je đubrivima uneti onoliko fosfora koliko se odnese prinosom, a kalijuma oko 60% od količine odnete prinosom. Ukoliko je sadržaj fosfora nizak, potrebno je đubrivima uneti fosfora 50% više od odnetog prinosom, a kalijuma oko 90% od odnete količine prinosom. Potrebno je razlikovati dva termina: iznošenje hraniva i odnošenje hraniva. Izneti količina hraniva je ona koju biljka iznese iz zemlje za formiranje vegetativne mase (žetvenih ostataka) i prinosa zrna. Odneta količina hraniva je ona koja se odnese sa parcele, npr. zrnom. Ukoliko se kukuruz silira ili se slama presuje i odnosi sa parcele, odneta količina hraniva jednaka je iznetoj količini. U tabeli 6. prikazana je klasifikacija zemljišta prema sadržaju lakopristupačnog fosfora i kalijuma i princip vraćanja hraniva u zavisnosti od obezbeđenosti zemljišta.

Tabela 5.

Sadržaj P ₂ O ₅ i K ₂ O mg/100g zemljišta	Princip vraćanja (%) od iznetog prinosom	
	P ₂ O ₅ više od iznetog prinosom	K ₂ O od iznetog prinosom
Vrlo nizak 0-5	50-100	90-100
Nizak 6-10	30-50	80-90
Srednji 11-15	10-30	60-70
Optimalni 16-25	0	50-60
Visok 26-40	Manje od 20-30	30-40
Vrlo visok 41-50	Ne đubri se od 1-3 godine, prate se mikroelementi	
Štetan više od 50	Ne đubri se duži period, prate se mikroelementi	

Damir Varga dipl.ing.