



UNIVERZITET U BANJALUCI
POLJOPRIVREDNI FAKULTET



POLJOPRIVREDNI INISTITUT REPUBLIKE SRPSKE

P R A K T I K U M

AGROHEMIJA I ISHRANA BILJAKA

(za studente školske 2011/2012)

dr Tihomir Predić

Banjaluka, 2011. god.

METODE ZA ODREĐIVANJE PLODNOSTI ZEMLJIŠTA

Šta je zemljište?

Postoji mnogo teorija o tome šta je zemljište i sve one imaju prednosti i nedostatke. Prvu naučnu definiciju zemljišta zasnovanu na genetskom principu dao je Dokučajev V., 1886. godine, koji je pod pojmom zemljišta podrazumjevao prirodno - istorijsko tijelo, nastalo od površinskog sloja Zemljine kore, kao rezultat zajedničkog uticaja na geološki supstrat elemenata klime, živih i mrtvih organizama, vremena i lokalnog reljefa. Sa razvojem pedologije među pedogenetske faktore uvršteni su još čovjek, a u nekim pedologijama se u te faktore ubrajaju površinske i podzemne vode, (Živković M., 1991). Geneza i evolucija zemljišta su u funkciji zajedničkog djelovanja svih pedogenetskih faktora, a pojedini faktori u određenim stadijumima pedogeneze, zajedno sa tipskim pedogenetskim procesima postaju odlučujući za formiranje određenog tipa zemljišta. Jedna zbirna definicija zemljišta bi mogla da izgleda ovako: Zemljište, kao specifična prirodno - istorijska tvorevina koja predstavlja jedinstvo litosfere i biosfere, po svom sastavu čini jedan veoma složen trofazni¹ polidisperzni dinamički sistem, funkcionalno povezan u cjelinu u kom se neprekidno odvijaju razni fizički, hemijski, biohemijski i biološki procesi.

Plodnost zemljišta

Plodnost zemljišta predstavlja osnovnu karakteristiku svakog tipa zemljišta i to je osobina po kojoj se zemljište razlikuje od matičnog supstrata (stijene) Plodnost zemljišta se dijeli na:

- Potencijalnu plodnost (bogatstvo zemljišta)
- Stvarnu plodnost (fiziološki aktivnu plodnost)

Potencijalna plodnost zemljišta: Biljke u toku rasta, razvoja i plodonošenja najveći dio hranjivih materija koje koriste u ishrani, usvajaju pomoću korjenovog sistema iz zemljišta. Ukupan sadržaj hranjivih elemenata za biljke (bez obzira na njihovu pristupačnost) koje sadrži zemljište predstavlja ***potencijalnu plodnost ili bogatstvo zemljišta.***

Stvarna plodnost zemljišta: Zemljište predstavlja veoma složenu prirodnu tvorevinu koja se sastoji iz čvrste, tečne i gasovite faze koje su u uskoj međusobnoj vezi tako da promjena procesa u jednoj neizbježno dovodi do promjena procesa u drugim fazama. Čvrsta faza zemljišta (organski i neorganski dio) sadrži najveći dio hranjivih materija koje čine potencijalnu plodnost zemljišta. Usled neprestanog djelovanja fizičkih, hemijskih, biohemijskih i bioloških reakcija dolazi do transformacije hranjivih materija iz nepristupačnih oblika u biljkama pristupačne oblike koji obično prelaze u zemljišni

¹ Zemljište predstavlja veoma složenu prirodnu tvorevinu koja se sastoji od čvrste, tečne i gasovite faze, mada se u novije vrijeme u sastav zemljišta ubraja i četvrta faza - živa faza koju čini cjelokupan živi svijet zemljišta (bakterije, aktinomicete, gljive, alge, protozoe, nematode, gliste ...)

rastvor ili se nalaze adsorbovani (lako razmjenljivi) na adsorptivnom kompleksu zemljišta. **Stvarnu ili fiziološki aktivnu plodnost zemljišta** čini dio ukupne plodnosti tj. hranjivi elementi koji su pristupčni biljkama tokom njihovog rasta, razvoja i plodonošenja.

Za određivanje plodnosti zemljišta, u cilju primjene đubriva za pravilnu ishranu biljaka, koriste se hemijske, biološke i mikro-biološke metode.

Hemijske metode su zasnovane na dejstvu određenih hemijskih reagenasa na uzorak zemljišta pomoću kojih se elementi prevode u rastvor iz koga se pogodnim analitičkim postupkom određuje koncentracija ispitivanog hranjivog elementa za biljke. Hemijskim metodama se može odrediti i potencijalna plodnost i stvarna plodnost zemljišta.

Za određivanje potencijalne plodnosti, uzorak zemljišta se obično tretira koncentrovanim mineralnim kiselinama (HF - fluorovodonična, H_2SO_4 - sumporna, HCl hlorovodonična ...) ili smješom kiselina uz prisustvo visoke temperature (mokra spaljivanje). Iz dobijenog rastvora hranjivi elementi se određuju pogodnim analitičkim postupkom.

Za određivanje stvarne plodnosti, uzorak zemljišta se obično tretira razblaženim koncentracijama nekih kiselina, soli, smješom kiselina i soli, sa rastvorima kompleksnih jedinjenja helata... Hranjivi elementi se ekstrahuju (prevode u rastvor) mućkanjem u određenom vremenskom periodu, a zatim se iz dobijenog ekstrakta određuju pogodnim analitičkim postupkom. Koncentracija i hemijski sastav ekstrakcionih sredstva treba da budu približni izlučevinama korjenovog sistema biljaka tj. da se ovim ekstrakcijama oponaša rad korjenovog sistema biljaka. Dobijeni rezultati se porede sa graničnim vrijednostima za sadržaj pojedinih elemenata u zemljištu (koje su provjerene u praksi), pa se onda donosi sud o stvarnoj plodnosti zemljišta i potrebi za primjenu đubriva.

Biološke metode su zasnovane na tome da se biljke koriste kao sredstvo za utvrđivanje količine pristupačnih hranjivih elemenata u zemljištu (stvarna plodnost zemljišta). Ove metode se dijele na:

- **Metoda vizuelne dijagnostike** koja se zasniva na pretpostavci da spoljni izgled biljaka u velikoj mjeri zavisi od sadržaja hranjivih elemenata u zemljištu tako da pri nedovoljnom ili pretjeranom usvajanju pojedinih elemenata od strane biljke dolazi do vidnih promjena u porastu, razviću, boji lišća i drugih organa biljke. Najčešće se na listu pojavljuju simptomi koji su karakteristični za nedostatak ili višak pojedinog elementa. Međutim, rast i razvoj biljke ne zavisi samo od prisustva hranjivih elemenata u zemljištu, već od čitavog niza faktora (vlažnosti, temperature, obrade zemljišta, vremena sjetve...) koji mogu biti različiti pri istim koncentracijama biljnih hraniva u zemljištu. Zbog toga, ako se konstatuju simptomi nedostatka ili viška nekog elementa na biljkama, ta konstatacija se provjerava hemijskom analizom zemljišta i biljnog materijala.
- **Metoda biljaka indikatora** koja se zasniva na činjenici da su biljke različito osjetljive na nedostatak ili višak pojedinih hranjivih elemenata u zemljištu, tako da neke

biljke mnogo izraženije manifestuju specifične znake nedostatka ili viška pojedinih hraniva. Npr. biljke indikatori koje su osjetljive na:

- **azot:** karfiol, kupus, jabuka
- **fosfor:** repica, jabuka
- **kalijum:** krompir, karfiol, jabuka.

U ispitivano zemljište se zasiju biljke indikatori, pa se onda tokom vegetacije na osnovu ispoljavanja karakterističnih simptoma (vizuelna dijagnostika) donosi sud o nedostatku pojedinih hranjivih elemenata i potrebi đubrenja zemljišta.

- **Metoda Neubauer-a.** Ova metoda se koristi za utvrđivanje sadržaja lakopristupačnih oblika fosfora i kalijuma u zemljištu na osnovu hemijske analize kompletne biljke raži. U malu količina ispitivanog zemljišta (100 g) zasije se veliki broj biljaka raži (100) koje 18 dana rastu i razvijaju se pod najpovoljnijim uslovima (kontrolisani laboratorijski uslovi). Pretpostavka je da korjenove dlačice obuhvataju sve zemljišne čestice i da iz njih asimiliraju cjelokupnu količinu pristupačnih oblika fosfora i kalijuma. U razvijenim nadzemnim dijelovima biljaka se hemijskim metodama utvrdi sadržaj fosfora i kalijuma, a zatim se posebnim proračunom dolazi do potrebnih količina hraniva koje treba dodati zemljištu da bi se postigao određeni prinos.
- **Metoda folijarne analize** koja se zasniva na pretpostavci da koncentracija hraniva u pojedinim dijelovima biljaka (u prvom redu list - *folium*) zavisi od koncentracije hraniva u zemljištu. Na osnovu te pretpostavke utvrćene su granične vrijednosti pojedinih hranjivih elemenata u listu (i biljnim tkivima) u pojedinim fazama razvoja. Hemijskom analizom lista na sadržaj N, P, K i drugih elemenata donosi se odluka o potrebi đubrenja zemljišta ili primjene prihrane preko lista (folijarna prihrana). Međutim, na sadržaj hraniva u biljnim organima ne utiče samo njihova koncentracija u zemljištu, već čitav niz faktora i procesa koji se odvijaju u zemljištu, biljci i spoljnoj sredini. Različitim uticajem ovih faktora i pri istoj koncentraciji hranjivih elemenata u zemljištu dolazi do njihovog nejednakog usvajanja od strane biljke, a time i do različite koncentracije u listu i drugim biljnim organima. Ova metoda u kombinaciji sa hemijskim metodama ispitivanja plodnosti zemljišta, uz poznavanje ostalih faktora i parametara može dati odlične rezultate.
- **Metoda vegetacionih ogleda u sudovima** koja se zasniva na razlici u prinosima biljaka koji su dobijeni u kontrolisanim (laboratorijskim) uslovima sa uzorcima zemljišta na kojima je primjenjeno đubrenje i na istim uzorcima ali bez đubrenja. Na osnovu dobijene razlike u prinosu donosi se sud o obezbijeđenosti zemljišta hranjivim elementima i o potrebi đubrenja u svrhu pravilne ishrane biljaka. Ova metoda predstavlja pretposlednju fazu u ispitivanju nekog problema vezanog za ishranu biljaka. Osnovni nedostatak metode je što se vegetacija odvija u kontrolisanim (laboratorijskim) uslovima. Ukoliko se dobiju pozitivni rezultati, onda se isti metod primjenjuje ali sada u prirodnim tj. poljskim uslovima.
- **Metoda vegetacionih ogleda u polju (poljski ogledi)** koja se zasniva na razlici prinosa dobijenih sa parcela na kojima je primjenjeno đubrenje i prinosa dobijenih na neđubrenim (kontrolnim) parcelama. Na osnovu dobijenih razlika u prinosima

zaključuje se o obezbjeđenosti zemljišta hranjivim elementima, odnosno utvrđuje se potreba za primjenu određenih vrsta đubriva. Ova metoda predstavlja završnu fazu ispitivanja nekog problema u vezi ishrane biljaka i đubrenja zemljišta. Metoda daje najpouzdanije rezultate jer se istraživanja vrše u polju, pod uticajem svih faktora koji određuju ishranu i prinos biljaka. Međutim, zbog heterogenosti zemljišta i agroekoloških uslova, ogledi se moraju izvoditi na više lokacija i moraju se ponavljati u prostoru i vremenu što znatno poskupljuje istraživanje.

Mikrobiološke metode koje se se zasnivaju na tome da prisustvo određenih koncentracija i oblika biljnih hraniva u zemljištu ne utiče samo na rastenje i razvoj biljaka nego utiče i na razvoj pojedinih vrsta mikroorganizama. Na osnovu razvoja i mase određenih mikroorganizama mogu se pretpostaviti količine pojedinih biljnih hraniva u ispitivanom zemljištu.

Sve navedene metode za određivanje plodnosti i potrebe đubrenja zemljišta imaju prednosti i nedostatke. U praksi se najviše koriste hemijske metode zato što su relativno brze, ali uz preduslov da su provjerene u vegetacionim posudama i poljskim uslovima. Po tačnosti i pouzdanosti na prvo mjesto dolazi metoda poljskih ogleda, zatim dolaze ogledi u vegetacionim posudama, *Neubauer*-ova metoda, metoda folijarne analize u kombinaciji sa hemijskim metodama, dok ostale metode mogu korisno poslužiti u donošenju ispravnije preporuke o plodnosti zemljišta i potrebi đubrenja zemljišta u cilju pravilne ishrane biljaka.

Zadatak za vježbu

U nekoliko rečenica odgovoriti na sledeća pitanja:

1. Šta čini potencijalnu, a šta stvarnu plodnost zemljišta?

2. Koje se metode koriste za utvrđivanje plodnosti zemljišta?

3. Nabrojati biološke metode za održavanje plodnosti zemljišta:

- ---
- ---
- ---
- ---
- ---
- ---

UZIMANJE PROSJEČNIH UZORAKA ZEMLJIŠTA ZA HEMIJSKU ANALIZU U SVRHU KONTROLE PLODNOSTI

Šta je to kontrola plodnosti zemljišta?

Kontrola plodnosti zemljišta predstavlja jedinu naučnu osnovu za racionalnu upotrebu đubriva na osnovu rezultata hemijske analize zemljišta u cilju ostvarenja visokih, stabilnih i kvalitetnih prinosa gajenih biljaka, uz primjenu ekonomičnosti i zaštite čovjekove okoline i biosfere u cjelini.

Zašto je neophodno vršiti kontrolu plodnosti?

Danas na Zemlji živi oko 5 milijardi ljudi, a prema procjenama stručnjaka taj broj se svakih 40 godina udvostručuje. U isto vrijeme, ukupna poljoprivreda površina u svijetu se smanjuje tako da proizvodnja potrebnih količina hrane predstavlja jedan od najvećih problema savremenog čovječanstva. Prema posljednjim istraživanjima FAO² trenutno se oko 840 miliona ljudi bori protiv gladi, a svakog dana 36 000 ljudi umire od gladi.

Iz navedenih razloga proizilazi osnovni zadatak savremene poljoprivrede - **kontinuirano povećanje proizvodnje i kvaliteta prinosa gajenih biljaka po jedinici površine**. Ovaj zadatak se može ostvariti jedino uvođenjem u praksu novih, savremenih naučnih dostignuća i tehnologija iz oblasti:

- agromelioracija - uređenja zemljišta,
- mehanizacije i agrotehnike,
- selekcije, poboljšanja starih i uvođenja novih visokorodnih sorti i hibrida,
- zaštite od bolesti, štetočina i korova, te drugih naučnih oblasti

Najbolji uspjeh se postiže pravilnom primjenom svih navedenih mjera u toku biljne proizvodnje, ali ishrana biljaka (đubrenje) ima poseban značaj jer je dokazano da se najveće povećanje prinosa može postići pravilnom upotrebom organskih i mineralnih đubriva.

Gajene biljke u ciklusu rasta, razvoja i plodonošenja u najvećoj mjeri usvajaju mineralne materije (hranu) iz zemljišta. Različite vrste biljaka imaju različite potrebe kako u količini tako i u odnosu hranjivih materija u zemljištu. Dio potrebnih hraniva biljka uzima iz rezervi u zemljištu, što zavisi od plodnosti zemljišta, a preostalu potrebnu razliku u hranivima za određeni prinos, potrebno je unijeti u zemljište kroz organska i mineralna đubriva.

Sadržaj mineralnih materija u zemljištu (potencijalna i stvarna plodnost) utvrđuje se **hemijском analizom prosječnog uzorka zemljišta**. Na osnovu dobijenih rezultata se daju preporuke:

- da li treba primjeniti i kako izvesti mjere popravke plodnosti zemljišta,

² FAO (Food and Agricultural Organization) organizacija pri Ujedinjenim nacijama koja se bavi problemima hrane i poljoprivrede u svijetu

- zatim kada, u kojoj količini i koju vrstu đubriva primjeniti da bi biljka najoptimalnije mogla biti ishranjena, tako da ishrana ne bude ograničavajući faktor proizvodnje

Uzimanje prosječnih uzoraka zemljišta

Uzimanje prosječnih uzoraka zemljišta je jedna od najvažnijih i najodgovornijih faza posla u sistemu kontrole plodnosti, jer se na osnovu rezultata hemijske analize nekoliko desetina grama zemljišta, koji treba da reprezentuju cjelokupnu parcelu, donosi zaključak i daje preporuka za poljoprivrednu površinu od nekoliko hektara. Ako se uzorkovanje ne izvrši pravilno onda je cjelokupan laboratorijski rad bespredmetan, a zaključak i mjere đubrenja koje se predlažu pogrešne.

Vrijeme uzimanja uzoraka

Uzimanje prosječnih uzoraka zemljišta vrši se u zavisnosti od toga u koju svrhu se želi saznati hranjivi potencijal zemljišta. Ako se zasniva nova kultura onda se uzimanje uzoraka vrši poslije završetka vegetacije, tj. **poslije žetve ili berbe prethodnog usjeva**. Ako se uzorak za analizu uzima u svrhu prihrane usjeva, onda se uzorkovanje vrši u toku vegetacije u fazama razvoja biljke kada je biološki potrebno prihraniti usjev (npr. za prihranu pšenice uzorkovanje se vrši u rano proljeće u fazi bokorenja i vlatanja).

Veličina jedinične parcele sa koje se uzima prosječan uzorak zemljišta

Jedinična parcela predstavlja površinu koju reprezentuje jedan prosječni uzorak zemljišta. Ova površina nije precizno određena nego zavisi od brojnih faktora. U prvom redu zavisi od homogenosti zemljišta tj. da je zemljište istog tipa, istog mehaničkog sastava, iste prethodne obrade i primjene đubriva zadnjih nekoliko godina, zatim iste ili slične konfiguracije terena, zatim od vrste uzgajane kulture (ratarske ili voćarske)...

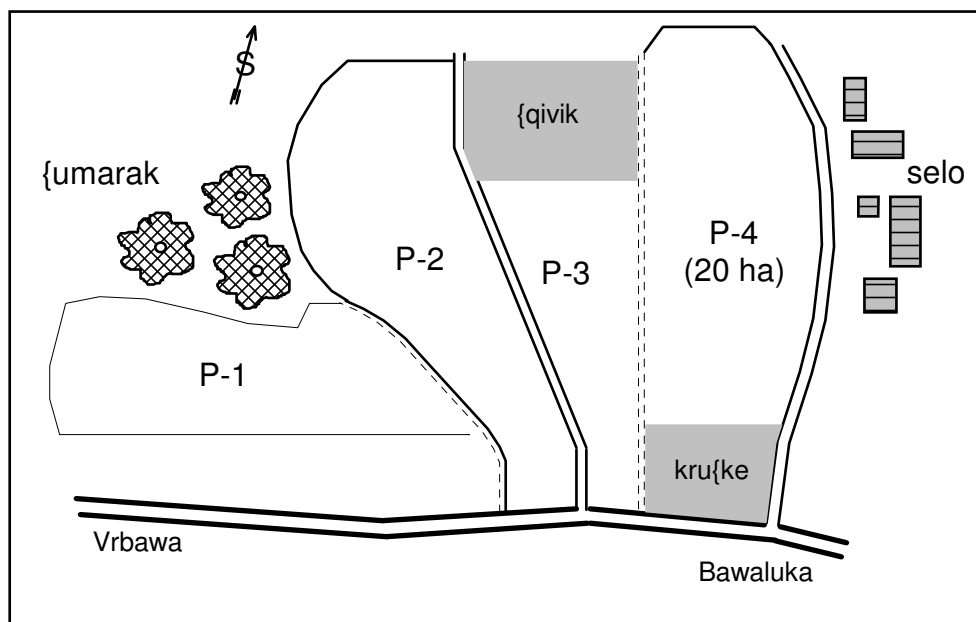
- Parcele u privatnom vlasništvu (za ratarske i povrtarske kulture) obično zauzimaju manju površinu (0,1 ha - 2 ha) i sa njih se, ako zadovoljavaju navedene uslove, uzima jedan prosječan uzorak zemljišta.
- Parcele u državnom sektoru po pravilu zauzimaju površinu od 10 - 100 - 200 pa i više hektara, tako da jedan prosječan uzorak (ako zadovoljava uslove homogenosti) reprezentuje površinu do 5 ha.
- Na parcelama gdje se uzgajaju voćarske i vinogradarske kulture jedinična parcela obično zauzima površinu od 2 - 3 ha.

U razvijenim zemljama Zapadne Evrope, npr. u Holandiji, kontrola plodnosti se vrši tako da se sa svakog ha uzima prosječan uzorak zemljišta za analizu.

Postupak uzimanja prosječnog uzorka zemljišta

Na parcelama državnog sektora (veći kompleksi parcela) prije početka uzorkovanja je potrebno izvršiti određene predradnje:

- Od odgovornog lica uzeti plan parcela, npr.



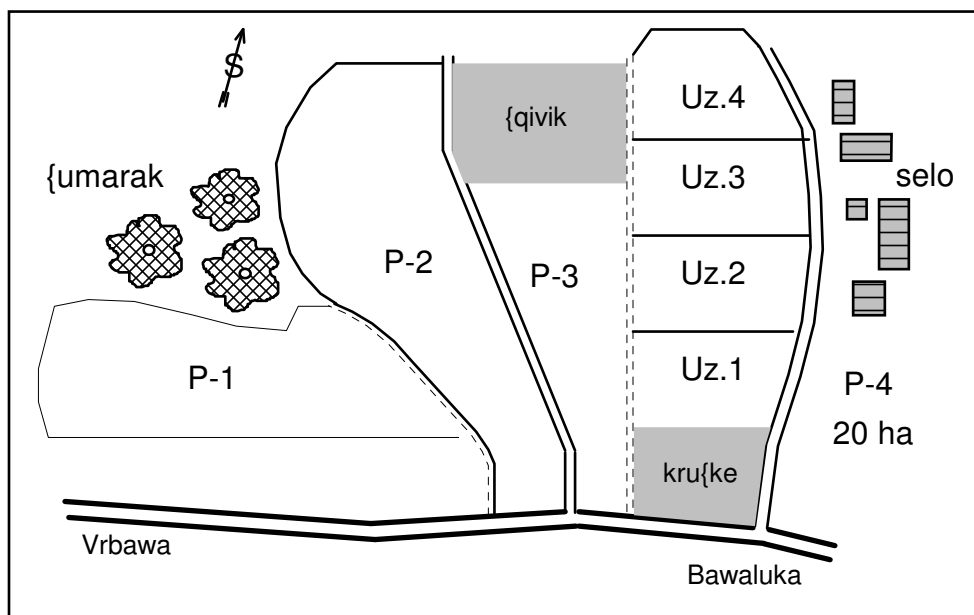
Sl. 1. Plan kompleksa parcela Rebrovac

- Uz pomoć pedologa ili na osnovu pedološke karte utvrditi tip zemljišta.
- Od rukovodioca biljne proizvodnje saznati sve potrebne podatke što se tiče agromeliorativnih mjera u zadnjih nekoliko godina (đubrenje organskim i mineralnim đubrivima, kalcifikacija, podrivanje, drenaža, da li je vršena jednoobrazna obrada ...),
- Izvršiti obilazak parcele,
- Na osnovu svih navedenih podataka, koje se uvode u svesku zabilježski, odrediti veličinu jedinične parcele, tj. parcele koju reprezentuje jedan prosječan uzorak zemljišta.

Primjer: Ako je potrebno izvršiti uzimanje prosječnih uzoraka zemljišta sa parcele P-4 od 20 ha (vidi Sl. 1) i utvrđeno je da je parcela homogena po svim navedenim kriterijumima, onda obično jedinična parcela zauzima površinu od 5 ha. Iz toga proizilazi da je sa površine od 20 ha potrebno uzeti 4 prosječna uzorka zemljišta.

- Nacrtati skicu parcele sa oznakama jediničnih parcela

Ukoliko parcela nije homogena onda, zavisno od uslova, jedinična parcela (prosječan uzorak) može zauzimati i manju površinu. Npr. na parceli se nalazi uvala površine 1 ha u kojoj se povremeno zadržava voda, ili na dijelu parcele usjev zaostaje u porastu i prinos je znatno niži od prinosa na ostatku parcele. Na skici je potrebno označiti ta mjesta i sa njih uzeti po jedan prosječan uzorak, kako bi se utvrdili razlozi zbog kojih dolazi do ispoljenih poremećaja.



Sl. 2. Skica rasporeda prosječnih uzoraka zemljišta sa parcele P-4 (20 ha) na kompleksu Rebrovac

Zaključak: Na većim površinama (50, 100 ha...) gdje će se uzgajati ratarske i povrtarske kulture, površina parcele koju reprezentuje jedan prosječan uzorak zemljišta, u zavisnosti od homogenosti terena, obično iznosi do 5 ha. Na manjim parcelama ispod 5 ha (najčešće u individualnom sektoru) važi pravilo, jedana parcela jedan uzorak, što takođe zavisi od homogenosti terena.

Na parcelama gdje se uzgajaju voćarsko-vinogradarske kulture površina parcele koju reprezentuje jedan prosječan uzorak zemljišta obično iznosi 2 - 3 ha što takođe zavisi od homogenosti terena.

Kada se izvrše sve navedene predranje pristupa se uzimanju prosječnih uzoraka zemljišta. Za taj posao je potreban određen alat. Specijalizovane ustanove imaju posebne sonde za uzimanje uzoraka (Sl. 3), dok se u individualnom sektoru obično koristi način pomoću ašova.

Dubina uzimanja uzorka zemljišta

Dubina do koje se uzimaju uzorci zavisi od kulture koja će se uzgajati, tj. od dubine gdje je rasprostranjena najveća masa korjenovog sistema gajene biljke.

- Na livadama i pašnjacima prosječan uzorak se obično uzima do dubine 10 cm.
- Na parcelama gdje će se uzgajati povrtarske i ratarske kulture dubina uzimanja uzorka iznosi najčešće 0-30 cm (dubina obrade).
- U voćnjacima i vinogradima se najčešće uzorak uzima iz dvije dubine i to od 0-30 i od 30-60 cm.

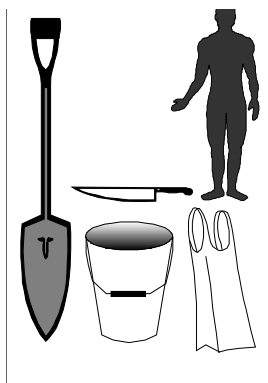
Postupak uzimanja prosječnog uzorka zemljišta (za ratarske i voćarske kulture) pomoću ašova prikazan je na str. 11 i 12.



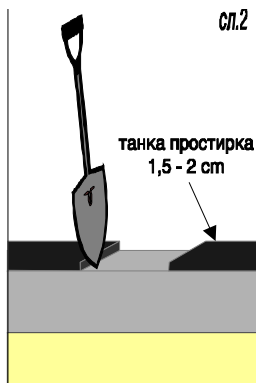
Sl. 3. Specijalni pribor (sonde) za uzimanje uzoraka zemljišta

U razvijenim zemljama (Holandija, Danska...) postoje posebna mala terenska vozila sa kompjuterskim dodatkom, koji nakon obilaska vozila po rubovima parcele sam ucrtaju skicu parcele i obilježi stalna mjesta sa kojih se trebaju uzeti uzorci.

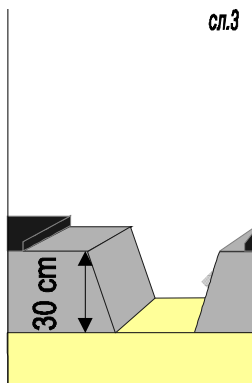
Sl. 4. Uzimanje prosječnog uzorka zemljišta pomoću ašova (za povrtarske i ratarske kulture)



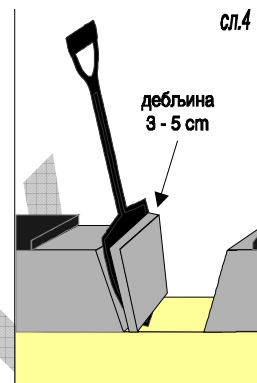
Сл.1 Узорковање се врши прије заснивања наредног усјева. Потребан алат: АШОВ, НОЖ, КАНТА, ПЛАСТИЧНА КЕСА



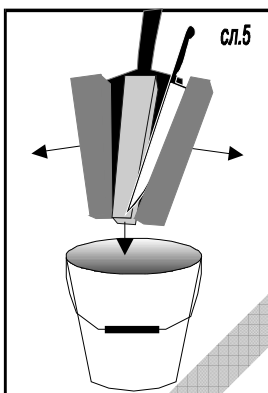
Сл.2 Узимање појединачног узорка: Очистити површину од остатака претходног усјева до дубине 1,5 до 2 cm.



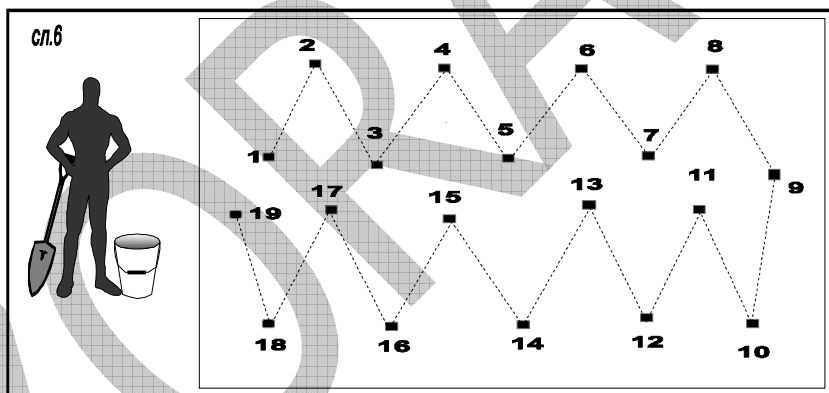
Сл.3 Ашовом направити рупу дубине 30 cm и њену чеону страну поравнати.



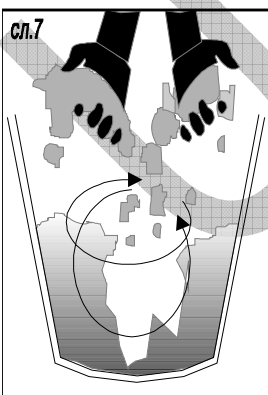
Сл.4 Засјећи слој земљишта дебљине 3 до 5 cm по читавој дубини профила (0 - 30 cm).



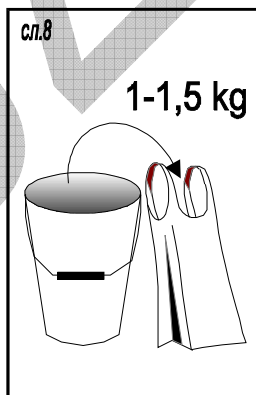
Сл.5 Ножем исјећи и одбацити дијелове са стране, а средњи дио земљишта убацити у канту



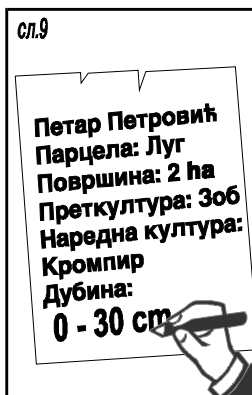
Сл.6 На описани начин, ходајући цик-цак по читавој парцели, узети још 15 - 25 појединачних узорака земљишта са дубине од 0 до 30 cm. Узорке не узимати на увратинама парцеле.



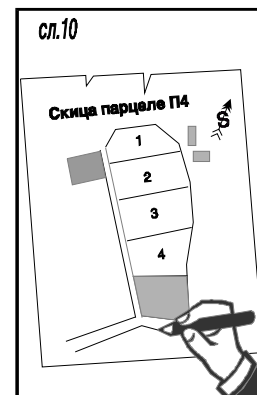
Сл.7 На крају земљиште у канти иситнити и добро, добро измјешати. Ова операција је врло значајна.



Сл.8 Од те количине узети 1 -1,5 kg земљишта и пренијети у чисту пластичну кесу. Та количина представља ПРОСЈЕЧАН УЗОРАК ЗЕМЉИШТА

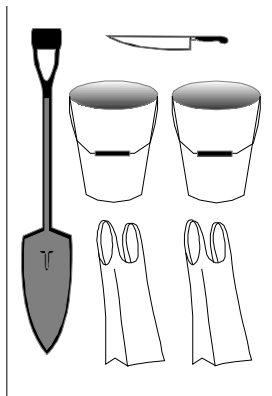


Сл.9 Графитном оловком написати битне податке о парцели, пресавити папир и ставити у кесу. Кесу завезати.

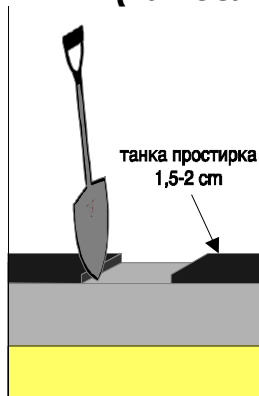


Сл.10 Ако је узето више просјечних узорака, нацртати шему парцеле са распоредом јединичних парцела.

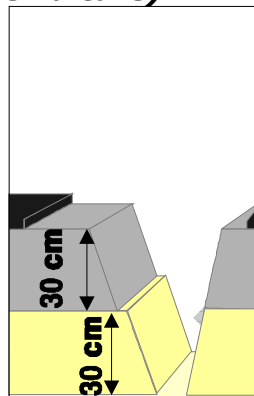
Sl. 5. Uzimanje prosječnog uzorka zemljišta pomoću ašova (za voćarske kulture)



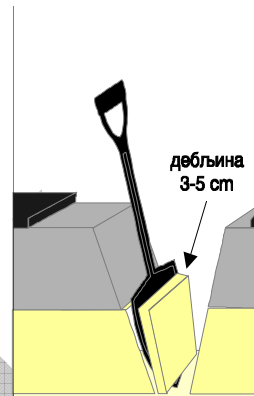
Sl.1 Узорковање се врши прије заснивања или након бербе воћа. Потребан алат: АШОВ, НОЖ, КАНТЕ, ПЛАСТИЧНЕ КЕСЕ.



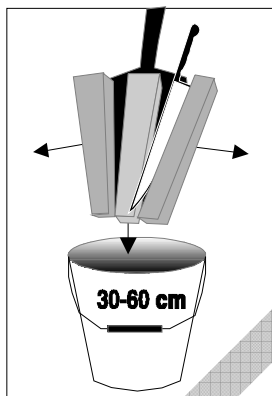
Sl.2 Узимање појединачног узорка: Очистити површину од остатака лишћа и протрке до дубине 1,5 - 2 cm.



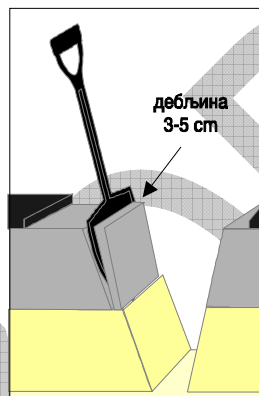
Sl.3 Ашовом направити рупу дубине 60 cm и њену чеону страну поравнати.



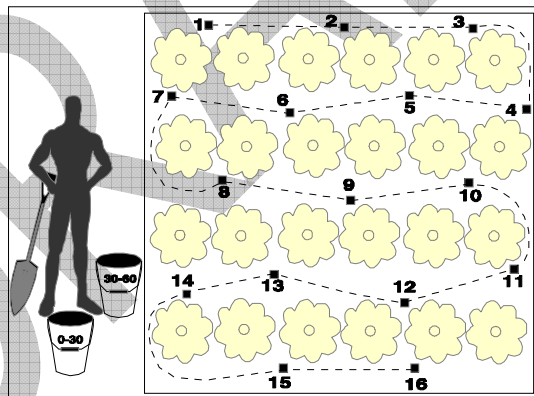
Sl.4 Прво засјећи слој земљишта дебљине 3 до 5 cm из доњег дијела профила (слој од 30 - 60 cm).



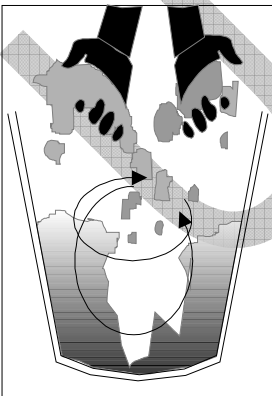
Sl.5 Ножем исјећи и одбацити дијелове са стране, а средњи дио земљишта убацити у канту која је обележена (30 - 60 cm).



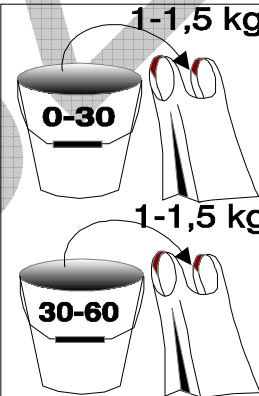
Sl.6 Затим засјећи слој земљишта са дубине 0 - 30 cm и на описани начин убацити у другу обележену канту.



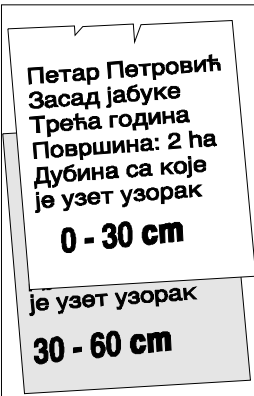
Sl.6 На описани начин узети још 15 - 25 појединачних узорака са дубина 0-30 и 30-60 cm, ходајући цик - цак по парцели или између редова, ако је воћњак у експлоатацији.



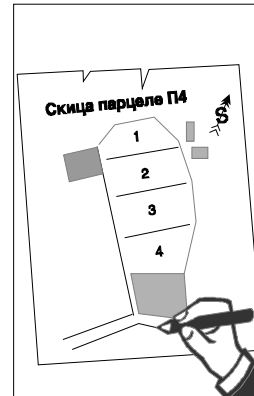
Sl.7 На крају, земљиште у свакој канти иситнити и добро, добро измјешати. Овај поступак је врло значајан.



Sl.8 Из сваке канте узети 1 -1,5 kg земљишта и пренијети у чисте пластичне кесе. Те количина представљају ПРОСЈЕЧАНЕ УЗОРАКЕ ЗЕМЉИШТА



Sl.9 Графитном оловком написати битне податке о парцели. Папир пресавити и ставити у кесу. Кесе завезати.



Sl.10 Ако је узето више просјечних узорака земљишта онда нацртати скицу воћњака са шемом јединичних парцела.

Na ceduljici, koja se stavlja u vrećicu zajedno sa prosječnim uzorkom zemljišta, potrebno je napisati sledeće stavke:

- ime vlasnika
- mesto
- vrijeme uzimanja
- dubina do koje je uzet uzorak
- naziv i veličina parcele
- prethodni usjev
- naredni usjev

Pored navedenih stavki potrebno je upisati sve specifičnosti koje će pomoći kod interpretacije rezultata hemijske analize i davanja preporuka (da li je vršena kalcifikacija, humizacija, đubrenje min. đubrivima ...).

PRIPREMANJE PROSJEČIH UZORAKA ZEMLJIŠTA ZA HEMIJSKU ANALIZU

Nakon donošenja uzorka u laboratoriju, uzorci se uvode u **matičnu knjigu uzoraka** gdje se u rubriku "oznaka uzorka" upišu svi podaci sa cedulje. Nakon toga uzorak dobija laboratorijski broj (šifru), npr:

Tab. 1 Osnovne hemijske analize

Lab. broj (šifra)	Oznaka uzorka	pH		Ukupni N %	mg/100g	
		H ₂ O	KCl		P ₂ O ₅	K ₂ O
350	Rebrovac, T-4 20 ha Uz. 1					
351	Uz. 2					
352	Uz. 3					

Tab. 2 Dodatne hemijske analize

Lab. broj (šifra)	CaCO ₃ %	Y ₁	Al mg/100 g	mekv/100g			%	Fe	Mn	Zn	Cu
				S	H	T	V				
350											
351											
352											

Pod šifrom (laboratorijski broj) uzorci se pripremaju za hemijsku analizu koja se sastoji od:

- sušenja
- mljevenja (usitnjavanja)
- prosijavanja
- pakovanja

Sušenje uzoraka

Sušenje uzoraka može biti na vazduhu (prirodno) i u sušnici (vještačko).

Vazdušno sušenje se obavlja u posebnoj, prozračnoj prostoriji izvan domašaja laboratorijskih ili nekih drugih gasova i prašine. Prvo se iz uzoraka zemljišta odstrane strane materije (žile, kamenje, zaostali stajnjak ili krečnjak...). Na čisti pleh, na kom se napiše laboratorijski broj, uzorak se razastre u tankom sloju i postepeno suši na vazduhu bez direktne sunčeve svjetlosti. Nakon nekoliko dana uz povremeno mješanje uzorak je vazdušno suv.

Vještačko sušenje se obavlja u specijalnim sušarama (manjeg ili većeg kapaciteta) na temperaturi od 35°C u trajanju od 24 časa..

U oba načina sušenja mora se strogo voditi računa da ne dođe do zamjene ili do mješanja uzoraka.

Mljevenje i prosijavanje

Nakon sušenja, potrebno je još jednom pregledati uzorak i odstraniti zaostale primjese, a zatim se vrši usitnjavanje pomoću tučka i avana ili pomoću specijalnih električnih mlinova. Oba načina su efikasna s tim što je kapacitet električnog mlina daleko veći.



Sl. 6. Usitnjavanje, prosijavanje i pakovanje uzorka

Kod mljevenja se mora voditi računa da se cjelokupna količina uzorka zemljišta usitni, tako da se izvrši potpuna homogenizacija zemljišta. Nakon toga se vrši prosijavanje kroz sito čiji prečnik pora obično iznosi 1mm. Veličina pora zavisi od hemijske analize, tako npr. za određivanje pH vrijednosti potrebno je zemljište prosijati kroz sito čiji prečnik pora iznosi 2 mm, za pristupačne oblike fosfora i kalijuma 1mm, a za određivanje humusa i mikro elementata potrebno je zemljište prosijati kroz sito čiji prečnik pora iznosi 0,5 mm. Prosijane uzorke pakovati u papirne kese na kojima se napiše laboratorijski broj.

Do početka vršenja hemijskih analiza uzorci se čuvaju u posebnoj prozračnoj i suvoj prostoriji.

ZADATAK ZA VJEŽBU

1. Šta je to kontrola plodnosti zemljišta?

2. Kada se uzimaju uzorci zemljišta u svrhu kontrole plodnosti, vrijeme uzimanja?

3. Koliko pojedinačnih uzoraka čini jedan prosječan uzorak zemljišta?

4. Od kojih faktora zavisi koliku će površinu zemljišta reprezentovati jedan prosječan uzorak?

- ---
- ---
- ---
- ---
- ---
- ---

5. Do koje dubine se uzimaju uzorci zemljišta, kada se vrši kontrola plodnosti kod zasnivanja neke ratarske kulture, a do koje dubine kod zasnivanja voćnjaka?

- ---
- ---

ODREĐIVANJE UKUPNOG AZOTA U ZEMLJIŠTU **SEMIMIKRO-Kjeldahl METODA** **MODIFIKACIJA PO Bremner-u (1960)**

Azot u zemljištu

Ukupni azot u zemljištu čine organski i neorganski oblici azota. Organski oblici najčešće obuhvataju 90 - 98% azota koji se nalazi u sastavu organske materije (humus, polurazloženi biljni i životinjski ostaci, proteini, nukleinske kiseline...). Ovaj azot biljke ne mogu direktno koristiti u ishrani i za njih on ima važnost sa stanovišta rezerve hraniva. Međutim, novija istraživanja su pokazala da biljke preko korijena mogu usvajati i neka prostija organska jedinjenja kao što su asparagin, urea itd, ali te količine nemaju neki važniji značaj u ukupnoj ishrani biljaka azotom. Procesima mineralizacije organske materije (pod određenim uslovima vlažnosti, temperature, mikrobiološke aktivnosti...) azot iz organskog oblika procesima amonifikacije i nitrifikacije prelazi u neorganske oblike, NH_4^+ (amonijum jon) i NO_3^- (nitratni jon). Neorganski oblici azota u zemljištu, koje biljke direktno koriste u ishrani, zauzimaju najčešće od 2 do 10% ukupnog azota.

Na osnovu sadržaja ukupnog azota u zemljištu ne može se pouzdano procijeniti obezbjeđenost zemljišta mineralnim oblicima ovog elementa. Međutim, u većini slučajeva je potvrđeno da zemljište sa većim sadržajem ukupnog azota ima i veći sadržaj mineralnih oblika azota u zavisnosti od ostalih činilaca (temperatura, vlaga, mikrobiološka aktivnost...).

Metode za određivanje ukupnog azota

Postoji više metoda za određivanje sadržaja ukupnog azota u zemljištu, koje se uglavnom razlikuju po tome koje se hemijsko sredstvo (kiselina ili smješa kiselina) koristi za razaranje uzorka zemljišta.

- Mikro metoda po Kjeldahl-u (fenol sumporna kiselina), modifikacija Kjeldahl metode sa salicilnom kiselinom (smješa H_2SO_4 i salicilne kiseline).
- Metoda Olsen-a (1929) modifikovana od Bremner-a i Shanj-a (1958) (rastvor KMnO_4 i razblažene (1:1) H_2SO_4).
- Semimikro Kjeldahl-ova metoda, modifikacija po Bremner-u (1960) se u praksi najčešće koristi kod određivanja ukupnog azota u zemljištu zato što je relativno najjednostavnija, a dobijaju se zadovoljavajući rezultati iako kod ove metode može doći do gubitka azota (nepotpuno se određuje nitratna i nitritna forma azota). Ova metoda će biti obrađena u ovom praktikumu.

Princip određivanja

Metoda se zasniva na razaranju uzorka zemljišta (organske materije) koncentrovanom sumpornom kiselinom (conc. H_2SO_4) u prisustvu katalizatora uz zagrijavanje. Organski dio azota i nitratni dio iz zemljišta se u ovakvim uslovima redukuju do amonijaka koji se veže za sumpornu kiselinu i gradi amonijum sulfat

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (amonijačni dio azota iz zemljišta se takođe veže za H_2SO_4). Destilacijom pomoću vodene pare i jake baze u višku, istiskuje se azot u obliku amonijaka i "hvata" u rastvor borne kiseline. Količina azota u bornoj kiselini se određuje titracijom sumpornom kiselinom poznatog normaliteta, a računskim putem se izračuna sadržaj ukupnog azota u zemljištu koji se izražava u procentima (%N).

Pribor

- *Kjeldahl* balon od 50 ml za spaljivanje
- *Kjeldahl* sistem za spaljivanje
- *Parns-Vagnerov-a* aparatura za destilaciju
- Menzura od 25 ml
- Odmjerne tikvice od 100 ml
- Pipete od 5 ml i 10 ml
- *Erlenmayer*-tikvice od 100 ml sa širokim grlom
- Bireta od 25 ml sa podjelom od 0,1 ml

Reagensi

- Sumporna kiselina (conc. H_2SO_4)
- Smješa katalizatora (K_2SO_4 , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, Se, (100:10:1))
- 35-40% NaOH
- Rastvor borne kiseline (H_3BO_3) + mješani indikator (pH 5)
- 0,01N H_2SO_4 poznatog faktora

Tok analize

Analiza se sastoji od pet faza: razaranje uzorka, destilacija, titracija, proračun i određivanje klase obezbjeđenosti zemljišta ukupnim azotom.

1) Razaranje uzorka

- Odmjeriti od 0,20 g do 1,00 g zemljišta i prenijeti u tube za spaljivanje (odvaga zavisi od očekivanog sadržaja azota).
- Dodati 2-3 ml destilovane vode i ostaviti da stoji oko 30 min³.
- ***Slijepa proba***⁴ - dodati samo destilovanu vodu i redom sledeće hemikalije kako ide u postupku sa uzorkom zemljišta:
- Dodati oko 1g smješe katalizatora ili 1 tabletu gotove smjese katalizatora (da se ubrza razlaganje org. supstance tokom razaranja).
- Dodati 10 ml conc. H_2SO_4 i lagano promućkati tako da sav uzorak zemljišta dođe u kontakt sa kiselinom.

³ Vljenje se vrši da bi se izazvalo širenje slojeva minerala gline i oslobodio fiksirani NH_4^{++} jon koji u nekim zemljištima predstavlja i 20% ukupnog azota.

⁴ *Slijepa proba* služi da se izbjegne mogućnost kontaminacije ispitivanog uzorka zemljišta azotom koji potiče iz onečišćenih hemikalija, posuđa, itd. U *slijepu probu* se dodaju svi reagensi sem uzorka zemljišta - *slijepa proba* prolazi kroz sve faze analize.

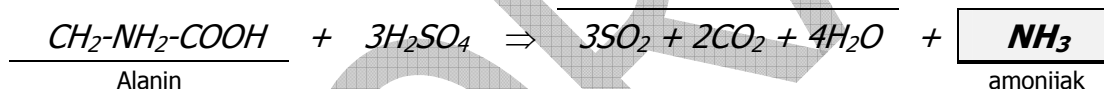
- Smjestiti tube u blok za spaljivanje i lagano po zidovima dodati oko 5 ml H₂O₂ (vodonik peroksid - jako oksidaciono sredstvo koje pospješuje razaranje organske materije i ubrzava proces spaljivanja). Ako ima više organske materije reakcija će biti burnija. Ostaviti tube bez pomjeranja oko 5 minuta da se reakcija izvrši do kraja.
- Postepeno povećavati temperaturu da smješa lagano ključa.

OPREZ - naglim povećanjem temperature ili stavljanjem tikvice u vruć blok za spaljivanje, može doći do burne reakcije i gubitka dijela azota u vidu kapljica probe koje izlijeću van tikvice.

- Kada prestane pjenušanje i dizanje probe, temperaturu povećati na maksimum.
- U zavisnosti od sadržaja organske materije uzorak će biti spaljen za kraće ili duže vrijeme (15 - 30 min.). **Reakcija je završena kada sva organska materija bude razorena, tj. kada rastvor postane siv ili bijel bez tamnih tragova organske mase.**

Hemijske promjene pri razaranju organske materije

- Koncentrovana H₂SO₄ u prisustvu katalizatora i visoke temperature razara organsku materiju pri čemu se organski azot redukuje do amonijaka, primjer: ↑



- Oslobođeni amonijak NH₃ se veže za višak sumporne kiseline pri čemu nastaje amonijum sulfat (NH₄)₂SO₄

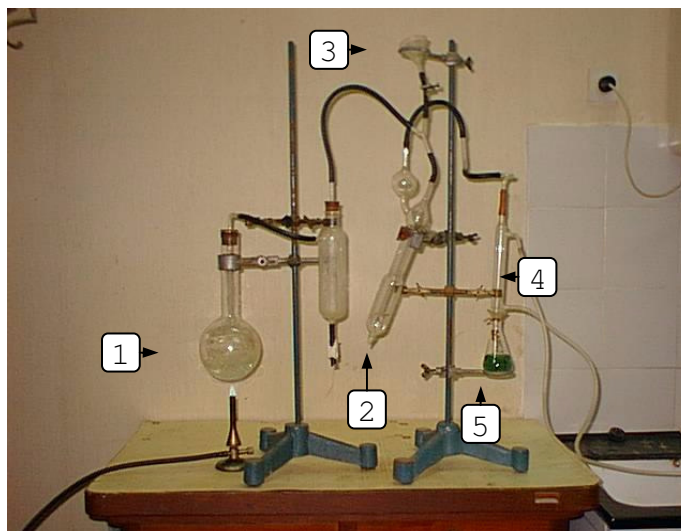


Poslije hlađenja cjelokupan uzorak kvantitativno, pomoću destilovane vode, prenijeti u odmjernu tikvicu od 100 ml. Takođe kvantitativno prenijeti i slijepu probu u drugu tikvicu od 100 ml i dopuniti destilovanom H₂O do crte. Time je završena prva faza analize.

2) Destilacija

Suština destilacije je da se djelovanjem vodene pare i jake baze (35-40% NaOH) istisne azot iz amonijum sulfata (NH₄)₂SO₄ u vidu amonijaka koji se kondenzuje i "hvata" u rastvor borne kiseline i miješanog indikatora. Ovim postupkom je iz rastvora probe (smješe elemenata) izdvojen samo azot. Destilacija se može izvoditi na različitim staklenim aparaturama ili savremenijim destilacionim jedinicama kao što su npr. *Kjeltec* sistemi za brzu destilaciju azota⁵. U ovoj vježbi je objašnjena destilacija azota na *Parns Vagner*-ovoj aparaturi.

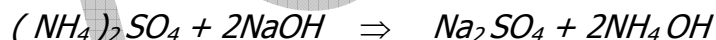
⁵ Princip rada destilacione jedinice Kjeltec sistem I biće objašnjen u vježbi br.11, Određivanje azota u biljnom materijalu



Sl. 9. Parns Vagnerova aparatura za destilaciju azota⁶

Tok destilacije

- Iz odmjerne tikvice od 100 ml otpipetirati 10 ml uzorka i kroz lijevak (3) ubaciti u destilacionu komoru aparata (2).
- Izlaz destilacionog aparata, kraj hladila (*Libigovo* hladilo (4)) uroniti u 5 ml rastvora borne kiseline (H_3BO_3) i mješanog indikatora koji se nalazi u erlenmajerici od 100 ml (5). Ovaj rastvor u kiseloj sredini ima ljubičasto obojenje. Na *erlenmajerici* obilježiti nivo od 35 ml.
- U destilacionu komoru aparata u kom se nalazi uzorak (2), kroz lijevak dodati 10 ml 35-40% NaOH i brzo zatvoriti sistem (odvojiti ga od spoljašne sredine).
- Zatim počinje destilacija uvođenjem vodene pare (1) u balon za destilaciju (2) gdje se odvija sledeća reakcija:



- U uslovima visoke temperature nastali amonijum hidroksid se razlaže na amonijak i vodu:



- Izdvojeni amonijak prolazi kroz hladilo gdje se kondenzuje i ulazi, kap po kap, u rastvor borne kiseline i mješanog indikatora pri čemu nastaje amonijumborat ($NH_4H_2BO_3$) koji rastvoru daje baznu reakciju, tako da se boja rastvora mijenja u zelenu.

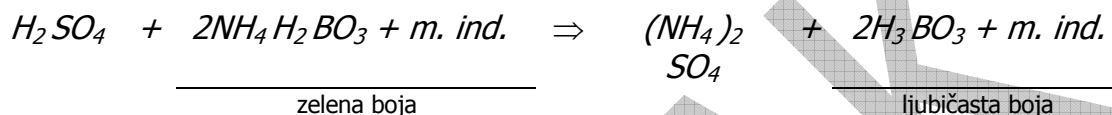


⁶ Balon za proizvodnju vodene pare, 2. Destilaciona komora sa uzorkom, 3. Lijevak kroz koji se dodaje uzorak i 40% NaOH, 4. Libigovo hladilo, 5. Erlenmajerica sa H_3BO_3 i mješanim indikatorom.

Destilacija je završena kada destilat u erlenmajerici dostigne nivo oko 35 ml. Tada se smatra da je sav azot iz uzorka predestilisan u mješani indikator. Kraj hladnjaka izvaditi iz *erlenmajerice* i isprati destilovanom vodom. Cjelokupan postupak destilacije uraditi i sa slijepom probom.

3) Titracija

- Iz birete od 25 ml sa podjelom od 0,01 ml, dodavati kap po kap tačno 0,01N H_2SO_4 u *erlenmajericu* kojoj se nalazi amonijum borat. Reakcija teče po sledećoj jednačini:



- Titracija se prekida (završna tačka titracije) kada zelena boja indikatora pređe u ljubičastu tj. na prelazu iz zelene u ljubičastu kada boja rastvora postane **prljavo siva**. To je znak da je sav amonijum borat izreagovao sa sumpornom kiselinom.
- Sa birete očitati utrošak ml 0,01N H_2SO_4
- Izvršiti titraciju slijepe probe.

Boja mješanog indikatora u rastvorima različite reakcije:

kisela reakcija	neutralna	Bazna reakcija
ljubičasta	prljavo siva	zelena

4) Proračun

Za izračunavanje se koristi podatak da 1 ml 0,01N H_2SO_4 veže za sebe tačno 0,14 mg amonijačnog azota ($N-NH_4^+$).

Izračunavanje se vrši po formuli:

$$\%N = \frac{(a-b) \cdot 0,14}{P} * 100$$

a = ml 0,01N H_2SO_4 utrošene za titraciju uzorka

b = ml 0,01N H_2SO_4 utrošene za titraciju slijepe probe

0,14 = ml 0,01N H_2SO_4 veže 0,14 mg $N-NH_4$

P = mg uzorka zemljišta koji je ušao u proces destilacije

Izračunavanje vrijednosti P

- Primjer.** Spaljen je 1g uzorka zemljišta i kvantitativno prenijet u odmjernu tikvicu od 100 ml.

- Iz odmjerne tikvice od 100 ml otpipetirano je 10 ml rastvora i prelijeto u balon za destilaciju.
- Potrebno je izračunati koliko se **g** zemljišta nalazi u 10 ml rastvora?
- Postaviti proporciju: 100ml : 1g = 10ml : P g

$$P = \frac{1g \cdot 10ml}{100ml} = 0,1g = 100mg$$

Granične vrijednosti obezbjeđenosti zemljišta ukupnim azotom po Wohltmann
- U

Klasa obezbjeđenosti	Sadržaj ukupnog azota	Granična vrijednost
I	Vrlo bogat	> 0,3 %N
II	Bogat	0,2 - 0,3 %N
III	Dobar	0,1 - 0,2 %N
IV	Srednji	0,06 - 0,1 %N
V	Siromašan	0,03 - 0,06 %N
VI	Vrlo siromašan	0,02 - 0,03 %N
VII	Ograničeno sposobna zemlj. za gajenje bilja	< 0,02 %N

ODREĐIVANJE LAKOPRISTUPAČNOG FOSFORA I KALIJUMA U ZEMLJIŠTU AL-METODOM (Egner-Riehm, 1958)

Fosfor u zemljištu

U zemljištu se fosfor nalazi u organskim i mineralnim oblicima i njegova ukupna koncentracija se uglavnom kreće od 0,03 do 0,20%, odnosno 900 - 3000 kg/ha (*Gračanin*). Najveći dio fosfora se nalazi u teško rastvorljivim i za biljke nepristupačnim oblicima. Mineralizacijom organske materije u rastvor prelaze oksidovani oblici fosfora koji su više ili manje pristupačni biljkama. Neorganski fosfor su u zemljištu nalazi u obliku primarnih, sekundarnih i tercijarnih fosfata ortofosforne kiseline (H_3PO_4). Za razliku od NO_3^- , anioni fosforne kiseline (H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} i PO_4^{3-}) se u zemljišnom rastvoru nalaze u vrlo malim koncentracijama jer reaguju sa dvo- i trivalentnim katjonima (Ca^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} ...) ⁷ i sa njima grade nerastvorljive ili slabo rastvorljive soli. Najrastvorljiviji su primarni fosfati. Pristupačni fosfor za biljke se može nalaziti i u obliku adsorbovanih anjona na površinama amorfnih koloida⁸, (bazoidi - seskvioksidi), na kristalnim tvorevinama Al i Fe - hidroksida i površinama minerala gline (*Jakovljević M., Pantović M. 1991*). Biljka fosfor najlakše usvaja u obliku H_2PO_4^- i HPO_4^{2-} anjona⁹, a njihova pristupačnost zavisi od niza faktora, u prvom redu od pH vrijednosti i koncentracije ostalih elemenata u zemljištu (Al, Fe, Mn, teških metala...). Koncentracija pristupačnih oblika fosfora u zemljištu izražava se u mg P_2O_5 /100g zemljišta.

Kalijum u zemljištu

Sadržaj ukupnog kalijuma u zemljištu varira u širokim granicama i obično iznosi od 1% do 3,5%. Lakopristupačni kalijum za biljke se nalazi u obliku K^+ katjona koji je adsorbovan na adsorptivnom kompleksu zemljišta ili se nalazi u zemljišnom rastvoru u obliku lakorastvorljivih soli. Troslojni glineni minerali (sa promjenljivim međuslojnim rastojanjem) imaju sposobnost fiksacije kalijumovog katjona, tako da on postaje teško izmjenljiv i za izvjesno vrijeme nepristupačan za biljke.

Koncentracija pristupačnog oblika kalijuma u zemljištu izražava se u mg K_2O /100 g zemljišta.

Metode

Za određivanje biljkama pristupačnih oblika fosfora i kalijuma razrađen je čitav niz hemijskih metoda koje se zasnivaju na ekstrakciji ovih elemenata iz uzorka zemljišta

⁷ Koncentracije dvo- i trovalentnih katjona u zemljištu su skora uvijek veće od koncentracije anjona fosforne kiseline, tako da se oni u zemljišnom rastvoru nalaze u vrlo malim koncentracijama. Ovaj vid adsorpcije anjona fosforne kiseline u zemljišnom rastvoru predstavljaju reakcije hemijskog taloženja.

⁸ Ovaj oblik adsorpcije predstavlja fizičko - hmijsku adsorpciju na koloidima zemljišta.

⁹ Anjon PO_4^{3-} praktično nema značaj za ishranu biljaka, H_3PO_4 potpuno disosuje tek pri vrijednostima pH 9 i više, gdje se biljke ne mogu razvijati (*Jakovljević M., Pantović M., 1991.*)

različitim ekstrakcionim sredstvima. Kao ekstrakciona sredstva koriste se razblažene organske i mineralne kiseline i puferni rastvori soli, za koje se smatra da iz zemljišta ekstrahuju količine fosfora i kalijuma proporcionalno količinama koje su pristupačne biljkama.

Rezultati ekstrakcionih metoda se upoređuju sa rezultatima vegetacionih ogleda u sudovima i poljskih ogleda (đubrenje fosforom i kalijumovim đubrivima). Na osnovu tih rezultata, za svaku metodu, utvrđene su granične vrijednosti obezbjeđenosti zemljišta za biljke lakopristupačnim fosforom i kalijem.

- Određivanje lakopristupačnog fosfora u zemljištu laktatnom metodom po *Egner-u*. Ekstrakcija se vrši kiselim pufernim rastvorom (pH 3,7) 0,02 N Ca - laktata u 0,01 N HCl. Iz dobijenog ekstrakta fosfor se određuje kolorimetrijski.
- Određivanje lakopristupačnog fosfora u zemljištu metodom po *Olsen-u*. Ova metoda se najviše koristi kod karbonatnih zemljišta. Kao ekstrakciono sredstvo koristi se 0,5 N NaHCO_3 (pH 8,5). Iz dobijenog ekstrakta fosfor se određuje kolorimetrijski.
- Određivanje lakopristupačnog kalijuma u zemljištu metodom po *Schachtshabel-u*. Kao ekstrakciono sredstvo koristi se puferni rastvor 0,8 N amonijum acetata i 0,2 N amonijum oksalata, pH 5,8 - 6,2. Iz dobijenog ekstrakta kalijum se određuje plamenfotometrijski.
- Određivanje lakopristupačnog fosfora i kalijuma u zemljištu duplom laktatnom metodom po *Egner Riehm-u*. Ekstrakcija se vrši duplom koncentracijom laktatnog rastvora. Iz dobijenog ekstrakta fosfor se određuje kolorimetrijski a kalijum plamenfotometrijski.
- Za istovremeno određivanje lakopristupačnog fosfora i kalijuma u zemljištu koristi se i fiziološko-hemijska metoda po *Neubauer-u*. Kao "ekstrakciono sredstvo" se koristi korjenov sistem biljaka raži tako da se ova metoda smatra jednom od najtačnijih i služi za baždiranje hemijskih metoda za određivanje fosfora i kalijuma. Ova metoda će biti obrađena kao posebna vježba.
- *AL*-metoda *Egner-Riehm-a* se smatra pogodnijom od ostalih, jer se iz istog ekstrakta određuje lakopristupačni fosfor i kalijum, a pogodna je za određivanje lakopristupačnog fosfora u zemljištima sa širokim rasponom pH, od beskarbonatnih do karbonatnih zemljišta (do 15% CaCO_3). U većem broju zemalja ova metoda je usvojena kao zvanična metoda.

Princip određivanja

Metoda se zasniva na ekstrakciji lakopristupačnog fosfora i kalijuma AL rastvorom¹⁰. Iz ekstrakta se fosfor određuje kolorimetrijski, a kalijum plamenfotometrijski.

¹⁰ AL rastvor po svom sastavu predstavlja rastvor 0,1 N amonijum laktata i 0,4 N glacijalne sirćetne kiseline.

Pribor

- *Erlenmajer*-tikvice sa širokim grlom od 100 ml i 250 ml
- Mućkalica
- Lijeenci
- Laboratorijske čaše od 100 ml
- Menzura od 100 ml
- Kolorimetar
- Plamenfotometar

Reagensi

- Koncentrovani AL rastvor
- Radni AL rastvor (razblaženi konc. AL u odnosu 1:10)
- Molibdenov reagens
- Rastvor stanohlorida u aksozbinskoj kiselini (svjež)
- Serija standardnih rastvora¹¹ za fosfor
- Serija standardnih rastvora za kalijum

Ekstrakcija fosfora i kalijuma

- 5,0 g vazdušnosuvog zamlišta prenijeti u *erlenmajericu* od 250 ml.
- Dodati 100 ml radnog AL rastvora i mućkati 2 sata na mućkalici pri 30 - 40 obrtaja u minuti.
- Filtrirati rastvor kroz gusti filter papir (plava traka¹²) ili filter papir srednje gustine, s tim da se prve kapi filtrata odbace jer su obično malo zamućene.
- Dobijeni filtrat služi za određivanje fosfora i kalijuma (može se čuvati u frižideru duže vrijeme).

¹¹ *Standardni rastvor - rastvor u kom je poznata koncentracija određenog elementa.*

¹² *Veličina pora na filter papiru se označava bojama, tako da postoji bijela, žuta, zelena, plava traka.*

KOLORIMETRIJSKO ODREĐIVANJE FOSFORA U AL - EKSTRAKTU ZEMLJIŠTA

U dobijenom zajedničkom ekstraktu fosfor se određuje primjenom kolorimetrijske metode.

Princip kolorimetrijske metode

Metoda se zasniva na tome da neki elementi ili supstance, kada se rastvore u određenom rastvaraču, daju karakteristično obojene rastvore, ili obojenje nastaje kao rezultat reakcije date supstance i odgovarajućeg reagensa. Intenzitet nastalog obojenja zavisi od koncentracije ispitivane supstance u rastvoru. Mjerenjem intenziteta obojenja može se kvantitativno odrediti i koncentracija ispitivanog elementa u rastvoru. Intenzitet nastalog obojenja se može izmjeriti mjernim instrumentima: kolorimetrom i spektrofotometrom¹³.

Princip rada kolorimetra

Princip rada kolorimetra se zasniva na *Lambert-Beerov-om* zakonu, koji glasi da je logaritam apsorpcije svjetlosti, koji prolazi kroz rastvor određenog intenziteta obojenja, proporcionalan debljini sloja rastvora i koncentraciji rastvorene obojene supstance.

Izraz	$\ln P/p_0$	nazivamo apsorbancija ili ekstinkcija, označava se sa A
-------	-------------	--

P_0 = intenzitet upadne svjetlosti,

P = intenzitet propuštene svjetlosti

Iz svega navedenog *Lambret-Berov* zakon možemo napisati kao:

$A = a \times b \times c$

A = Logaritam apsorpcije svjetlosti (apsorbancija)

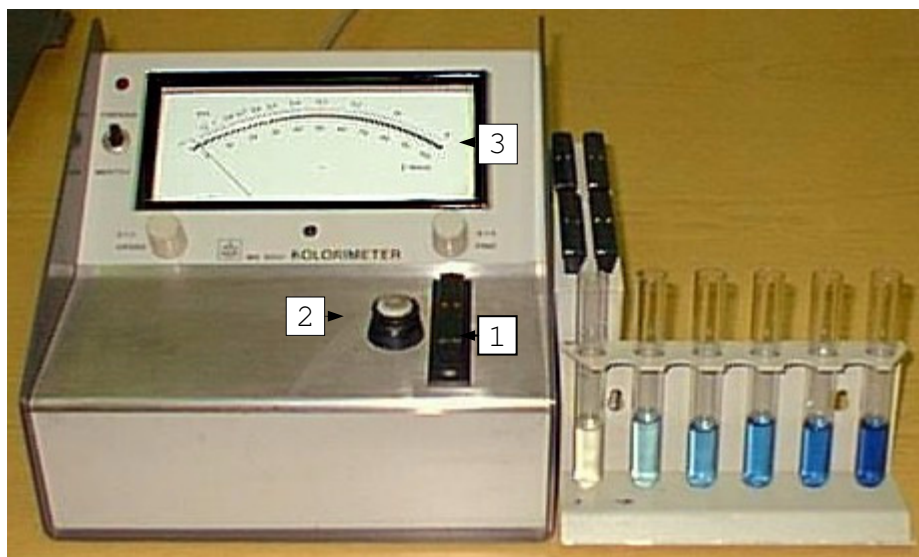
a = apsorpcioni koeficijent

b = debljina sloja rastvora kroz koji prolazi svjetlost

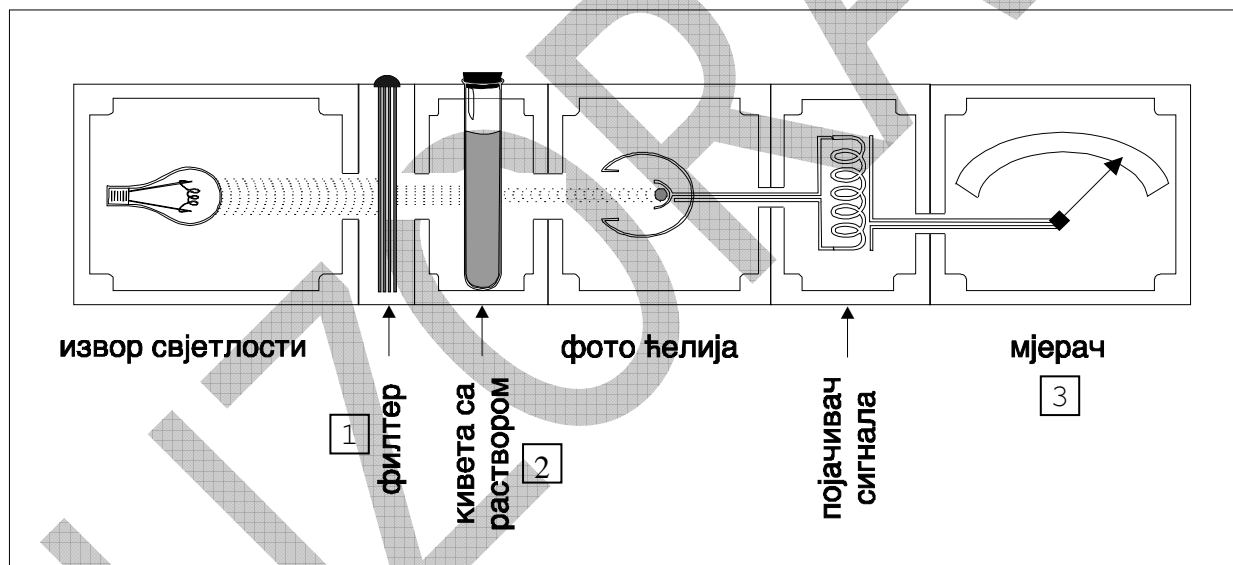
c = koncentracija obojene supstance

Pošto se očitavanje apsorbancije vrši u kivetama standardne veličine onda je i debljina sloja kroz koju prolazi svjetlost konstantna, tako da **apsorbancija zavisi samo od koncentracije obojene supstance**.

¹³ Kolorimetar radi na principu filtera, a spektrofotometar na principu spektra zbog čega je rezultat precizniji.



Sl. 11. Kolorimetar ISKRA sa serijom standardnih rastvora (Predić orig.)



Sl. 12. Šema rada kolorimetra (Predić orig.)

Poznato je da rastvor određene boje različito apsorbuje svjetlosti određenih boja. Rastvor žute boje najbolje apsorbuje plavu svjetlost, rastvori plave boje najbolje apsorbuju crvenu svjetlost itd.

Iz šeme kolorimetra se vidi da svjetlost, prije nego što uđe u obojeni rastvor (2), prolazi kroz filter (1) određene boje koji se mijenja u zavisnosti od obojenja rastvora. Svjetlost koja prođe kroz rastvor pada na detektor koji indukuje električnu struju, signal se umnožava i odlazi na mjerач koji pokazuje određenu vrijednost apsorbancije i transparentije (3). Transparentija predstavlja procenat (%) propuštene svjetlosti kroz rastvor.

Princip kolorimetrijskog određivanja fosfora

Amonijum molibdat $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ sa fosforom u ekstrakcionom rastvoru stvara *fosfomolibdenski kompleks* koji u prisustvu nekog redukcionog sredstva (stanohlorid $\text{SnCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$), stvara kompleks plave boje, čiji intenzitet zavisi od koncentracije fosfora u rastvoru. Intenzitet obojenja (adsorbancija i transparentija) se mjeri na kolorimetru, prvo za seriju standardnih rastvora na osnovu čega se konstruiše kalibraciona kriva, a zatim za seriju ispitivanih uzoraka. Kalibraciona kriva pokazuje zavisnost intenziteta adsorbovane ili intenziteta propuštene svjetlosti od koncentracije fosfora u rastvoru. Ta zavisnost je do izvjesne koncentracije pravolinijska. Kada se očita adsorbancija za ispitivani uzorak, sa kalibracione krive se odredi koncentracija fosfora koja se izražava u $\text{mg P}_2\text{O}_5/100 \text{ g zemljišta}$.

Tok analize

Hemijska analiza se odvija u 5 faza: ekstrakcija (zajednička za fosfor i kalijum), razvijanje boje (bojenje ekstrakta), kolorimetriranje, konstrukcija kalibracione krive sa očitanjem koncentracije i interpretacija rezultata.

1. Razvijanje boje

- Od profiltriranog ekstrakta otpipetirati 10 ml rastvora i prenijeti u laboratorijsku čašu od 50 ml.
- Iz serije standardnih rastvora koji sadrže 0, 5; 10; 15 i 20 $\text{mg P}_2\text{O}_5/100 \text{ g zemljišta}$, otpipetirati po 10 ml standardnog rastvora u laboratorijske čaše od 50 ml.
- U čašu sa uzorkom i seriju standardnih rastvora dodati po 15 ml molibdenovog reagensa (amonijum molibdat) i dobro promućkati pri čemu se stvara **fosfomolibdenski kompleks koji je bezbojan**.
- Zatim dodati po 1 ml rastvora stanohlorida u askorbinskoj kiselini, dobro promućkati pri čemu se **rastvor boji u plavo**.
- Rastvore ostaviti najmanje 30 - 50 minuta u mraku da se obojenje stabilizuje, a zatim se vrši kolorimetriranje.

2. Kolorimetriranje

- Seriju standardnih rastvora i uzorak prenijeti u epruvete (dosuti do crte). Epruvete su standardne za svaki kolorimetar.
- Prije početka mjerenja kolorimetar izbaždariti sa *nulom*¹⁴, a zatim očitati transparentiju, prvo za seriju standardnih rastvora, pa onda za uzorak.

3. Konstrukcija kalibracione krive i očitanje koncentracije

- Na milimetarskom papiru nacrtati koordinatni sistem.
- Na ordinati (x osa) nanijeti vrijednosti standarda, tj. koncentraciju fosfora izraženu u $\text{mg P}_2\text{O}_5/100 \text{ g zemljišta}$ i to tako da 1 cm dužine odgovara

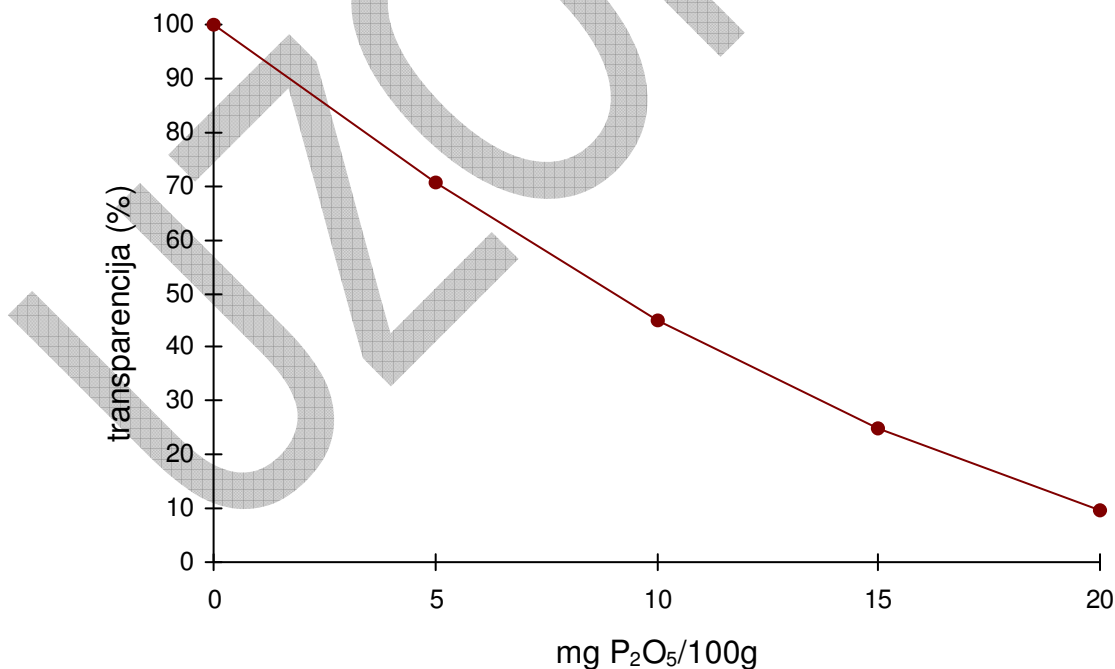
¹⁴ Prvi standardni rastvor (0) koji ne sadrži fosfor i koji nema obojenja

vrijednosti 1 mg $P_2O_5/100$ g zemljišta. Pošto je najveći standard 20 mg $P_2O_5/100$ g zemljišta, to znači da će x osa biti duga 20 cm.

- Na ordinati (y osa) označiti vrijednosti očitavanja sa aparata tj. transparenciju tako da 1 cm na ordinati odgovara 10% vrijednosti transparencije.
- Konstruisati kalibracionu krivu na osnovu rezultata transparencije za seriju standardnih rastvora npr:

Koncentracija standard mg $P_2O_5/100g$		Transparencija %
0	=	100
5	=	70,5
10	=	45,0
15	=	25,2
20	=	9,6

Graf. 1. Kalibraciona kriva za određivanje fosfora u AL ekstraktu



- na x osu projektovati vrijednost transparencije za nepoznati uzorak i očitati vrijednost koncentracije u mg $P_2O_5/100$ g zemljišta.

4. Interpretacija rezultata

Prema autorima AL-metode klasifikacija zemljišta je podjeljena u tri klase. Na osnovu koncentracije lakopristupačnog fosfora u zemljištu za pojedine ratarske kulture klasifikacija zemljišta izgleda ovako:

Klasa obezbjeđenosti zemljišta	Sadržaj lakopristupačnog fosfora mg P ₂ O ₅ /100g
III - SIROMAŠNO	0 – 10
II - OSREDNJE	10 – 20
I - DOBRO	>20

Pošto sadržaj lakopristupačnog fosfora za biljke u zemljištu zavisi od niza faktora, danas se govori o **niskom, srednjem i visokom sadržaju fosfora u zemljištu**, a ne o dobroj, osrednjoj ili lošoj obezbjeđenosti fosfora za biljke. Usled različite sposobnosti biljaka da usvajaju fosfor, različitih uslova mobilizacije fosfora u zemljištu... , nizak sadržaj ne mora uvijek da bude i nedovoljan za određen usjev ili obrnuto itd.

Dosadašnji rezultati istraživanja daju dovoljno osnove da izvorna klasifikacija pretrpi izmjene naročito kod kiselih zemljišta.

Jedan od najznačajnijih faktora koji određuje pristupačnost fosfora biljkama je reakcija zemljišta (pH). Pri interpretaciji rezultata se prave razlike između kiselih, neutralnih i baznih zemljišta tj. između beskarbonatnih (pH u KCl < 6,00) i karbonatnih zemljišta (pH u KCl > 6,01)

Uslovne granične vrijednosti sadržaja lakopristupačnog fosfora u zavisnosti od reakcije (pH) zemljišta (Pantović M., i sar.1989)

Sadržaj fosfora	mg P ₂ O ₅ /100g	
	pH u KCl < 6,00	pH u KCl > 6,01
VRLO NIZAK	<6,0	<10,0
NIZAK	6,1 - 10,0	10,1 - 15,0
SREDNJI	10,1 - 16,0	15,1 - 20,0
VISOK	>16	> 20

- Kod niskog sadržaja fosfora u većini slučajeva se postižu najbolji efekti đubrenja fosfornim đubrivima.
- Srednji sadržaj fosfora u zemljištu omogućava rentabilniju upotrebu đubriva tj. primjenu one količine fosfora koja je potrebna biljkama da bi postigli određeni prinosi.

- Zemljišta sa visokim sadržajem lakopristupačnog fosfora najslabije reaguju na đubrenje fosfornim đubrivima, tako da se ove količine mogu u određenim slučajevima i umanjiti za 20 - 30% od količine koje biljka iznosi sa planiranim prinosom. Ipak i na ovakvim zemljištima pravilnim đubrenjem treba održavati povoljan nivo hraniva, kao preduslov za postizanje visokih i stabilnih prinosa.

LITERATURA

- *Bergman W.* (1988): Ernährungsstarungen bei Kulturpflanzen. Jena.
- *Gračanin M.* (1945): Mali pedološki praktikum, poljoprivredna naklada, Zagreb.
- *Durman P., Bertić Blaženka.* (1988): Kontrola plodnosti tla u uvjetima intenzivne ratarske proizvodnje Hrvatske, Poljoprivredne aktuelnosti, Vol.30; 319-373.
- *Durman P.* (1986): Mikrognojiva i njihova primjena, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zavod za ishranu bilja, Zagreb.
- *Života P.* (1989): Agrohemija, Naučna knjiga, Beograd.
- *Jakovljević M., Pantović M., Blagojević S.* (1985): Praktikum iz hemije zemljišta i voda, poljoprivredni fakultet Zemun - Beograd.
- *Jakovljević M., Pantović M.* (1991): Hemija zemljišta i voda, Naučna knjiga, Beograd.
- *Jelenić Đ., Džamić Ružica* (1989): Fitofiziologija praktikum, Naučna knjiga, Beograd.
- *JDPZ* (1966): Priručnik za ispitivanje zemljišta, knjiga 1, Hemijske metode ispitivanja zemljišta, JDPZ, Beograd.
- *Kastori R.* (1993): Fiziologija biljaka, IV izdanje, Nauka. Beograd.
- *Manojlović S., i sar.* (1969): Priručnik za sistematsku kontrolu plodnosti zemljišta i upotrebu đubriva, Centar za unapređenje poljoprivredne proizvodnje SR Srbije, Beograd.
- *Nikolić S.* (1947): Praktikum iz agrikulturne hemije, Poljoprivredno izdavačko preduzeće, Beograd.
- *Nikolić S., Antić M., Krištof S.* (1948): Praktikum iz agrikulturne hemije, drugo dopunjeno izdanje, Izdavačko preduzeće Republike Srbije, Beograd.
- *Pantović M., Džamić R., Petrović M., Jakovljević M.* (1989): Praktikum iz agrihemije, Naučna knjiga, Beograd.
- *Pešić B.R., Manojlović S.M.* (1961): Praktikum iz agrohemije, Savez studenata Poljoprivrednog fakulteta, Novi Sad.

- *Predić T.* (1996) Influence of liming on the state of available manganese in pseudogley soils and plant tissue, Review of Research N.J. at the Faculty of Agriculture; Beograd, Vol. 41 No 1, pages 21-30.
- *Radanović D.* (1989) Uticaj kalcijevih gnojiva na stanje Al u nekim pseudoglejnim tlima. Poljoprivredna znanstvena sveska, Vol. 55, 341-355.
- *Sarić M., Petrović M., Krstić B., Kastori R., Stanković Ž., Petrović N.* (1990): Praktikum iz fiziologije biljaka, Naučna knjiga, Beograd.
- *Stebut A. I.* (1949): Agropedologija, prvi deo, Izdavačko preduzeće Republike Srbije, Beograd.
- *Ubavić M., Bogdanović Darinka* (1999): Praktikum iz agrohemije, Poljoprivredni fakultet, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.
- *Foy D.C. and Fleming L.A.* (1978): The physiology of plant tolerance to excess available Al; Mn in acid soils, Edited by American Society of Agronomy, Special publication, Madison USA, No 32, pages 301-322.