

## Kondicioniranje tla

prof. dr. sc. Irena Jug

- klasični načini popravljaja kakvoće tla (kalcizacija, humizacija, meliorativna gnojidba, meliorativna obrada, itd)
- sve češće se za popravak strukture, ali i toplinskih svojstava, izmjenjivačkog kapaciteta te vlaženja tla, primjenjuju i kondicioneri tla.
- kondicioneri tla su prirodni ili umjetni materijali koji unošenjem u tlo popravljaju fizikalna i kemijska svojstva nekog tla (strukturu, toplinska svojstva, KIK, vlaženje tla, propusnost tla za zrak i vodu, bubrenje i stezanje, smanjuju mogućnost stvaranja pokorice, itd)

### Humizacija

Organska tvar u tlu podrijetlom je od ostataka živih organizama koji su više ili manje razloženi i zatim najvećim dijelom iznova grade organske spojeve tla, ali bitno različite u odnosu na živu tvar.

Količina organske tvari u tlu i njena kakvoća utječe na mogućnost rasta biljaka i na čitav proces nastanka tla koji je usko povezan uz njenu prisutnost.

Količina humusa u tlu je mala prema ostalim dijelovima tla, ali je od suštinskog značenja (*u našim tlima 1-5 %*).

Humus utječe na niz vrlo značajnih fizičkih i kemijskih svojstava tla, kao: *struktura, kapacitet za vodu, sorpcija iona, sadržaj neophodnih elemenata (N, P, S i ostali)*.

Humus je glavni *izvor energije* za životnu aktivnost mikroorganizama tla, pa bi njezinim eventualnim nestankom došlo do katastrofalnih posljedica po čitav život na Zemlji.

• Elementi koji su u sastavu humusa, prelaze u mineralne oblike i postaju raspoloživi biljkama nakon *procesu mikrobiološke razgradnje*.

• *Ugljik i dušik* organske tvari u tlu podrijetlom su iz atmosfere, odakle su uneseni u tlo asimilacijskim procesima viših biljaka i mikroorganizama.

• *Sumpor* djelomično potječe iz atmosfere jer se može nalaziti i u plinovitom stanju kao  $SO_2$  i  $H_2S$ , dok *fosfor* vodi isključivo podrijetlo iz materijala od kojeg je nastalo neko tlo.

Humizacija - podizanje razine humusa u tlima koja su zbog dugotrajnog razdoblja nekontroliranog i intenzivnog poljodjelstva osiromašena

- stajski gnoj
- kompost
- gnojnica i gnojovka

U nedostatku tih gnojiva organska se tvar u tlu održava i povećava zelenom gnojidbom. Ona se obavlja sjetvom odgovarajućih usjeva (lupina, grahorica, uljana repica, gorušica, raž i drugo) neposredno prije pripreme tla za sadnju i u razdoblju uzgoja voća odnosno trajnih nasada.

- U tlima pod *prirodnim biocenozama* intenzitet nastanka i razgradnje organske tvari je uravnotežen, što rezultira *stabilnim sadržajem humusa*.
- Uključivanjem tla u poljoprivrednu proizvodnju neizbježno se intenziviraju procesi razgradnje te otuda sklonost svih poljoprivrednih tala  *smanjivanju sadržaja organske tvari u antropogenim tlima*.
- Najveći je utjecaj obrade tla, koja povećava aeraciju tla.

- Žetveni ostaci se na tlima dobre biogenosti brzo razlažu i utječu na povećanje mikrobiološke populacije. *Unošenje organske tvari u tlo* (stajnjak, žetveni ostaci, zelena gnojidba) naziva se *humizacija*.
- Jedan dio djelomično razložene svježe organske tvari uz pomoć mikroorganizama iznova gradi humus.
- Nakon razlaganja (*katabolizam*) svježe unesene organske tvari u tlo slijedi njihova transformacija (*anabolizam*) uz pomoć živih organizama u humus. Taj proces naziva se *humifikacija*.
- U prvom stupnju razgradnje presudnu ulogu imaju gljive, makro i mezofauna koji usitnjavaju velike čestice i razgrađuju rezistentne tvari kao što su celuloza, lignin, hitin i dr.

- Humus se kao aktivni koloid tla povezuje na različite načine s mineralnim koloidnim česticama i tako nastaju *stabilni organomineralni kompleksi* koji su temelj agregiranja čestica tla u strukturne agregate.

- *Humus nije određena kemijska tvar niti grupa sličnih spojeva koji bi se kemijski lako mogli definirati pa humus različitih tala posjeduje bitno drugačije kemijska i fizička svojstva.*

- Sadržaj organske tvari u tlu može se povećavati, smanjivati ili zadržavati na istoj razini
- Promjene su spore jer su komponente humusa, huminske i fulvo kiseline, vrlo otporne na razlaganje.

- Organska tvar u tlu sadrži prosječno

50-54% ugljika

4-6% dušika

pa je omjer C/N približno 10:1.

- U fizičkom pogledu humus *poboljšava vodozračni režim i termička svojstva tla*. Tlo s više humusa je tamnije boje te apsorbira veću količinu Sunčeve radijacije uz brže zagrijavanje.

- Nezamjenjiva je uloga humusa u nastanku strukturnih agregata tla i nastajanju *mrvičaste strukture* koja poboljšava *aeraciju i drenažu*.

- *Strukturna tla vežu više vode, manje su podložna eroziji i ispiranju koloidnih čestica i znatno se lakše obrađuju.*

#### Značaj organske tvari u tlu

*Kao izvor biljnih hraniva i osnovni činitelj strukture tla, organska tvar utječe na:*

- stabilnost agregata tla
- faktor kultivacije tla
- potpomaže kretanje vode i zraka u tlu
- retencija vode
- sprečava eroziju
- puferni efekt (hraniva, pesticidi itd.)
- sprečavanje ispiranja hraniva
- daje boju tlu (zagrijavanje)

## STAJNJAK

- Stajnjak je smjesa različito razgrađenih čvrstih i tekućih izlučevina domaćih životinja i stelje (prostirke) koja služi za upijanje tekućeg dijela.
- Sastav stajskog gnojiva zavisi od vrste domaćih životinja, načinu njihove ishrane i vrste stelje, pa je stoga kemijski sastav i uporabna vrijednost stajnjaka različita.
- *Veće količine stajnjaka osjetno povećavaju sadržaj organske tvari u tlu i mikrobiološku aktivnost.*

## Stajnjak u prosjeku sadrži:

vodu i makroelemente:

75% H<sub>2</sub>O   0.5% N   0.3% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>   0.6% K<sub>2</sub>O

te mikroelemente:

30-50 ppm Mn   10-20 ppm Zn   3-5 ppm B   1-3 ppm Cu

0.1-0.2 ppm Mo

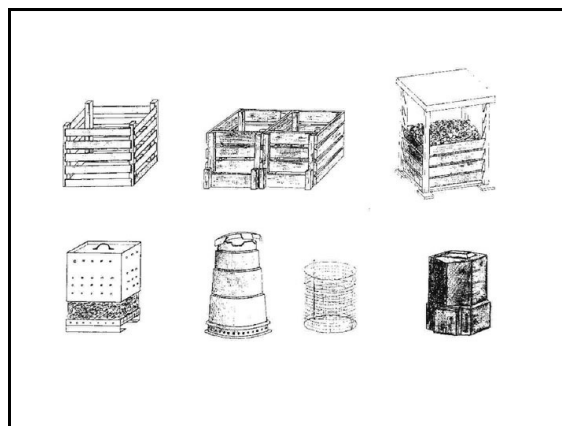
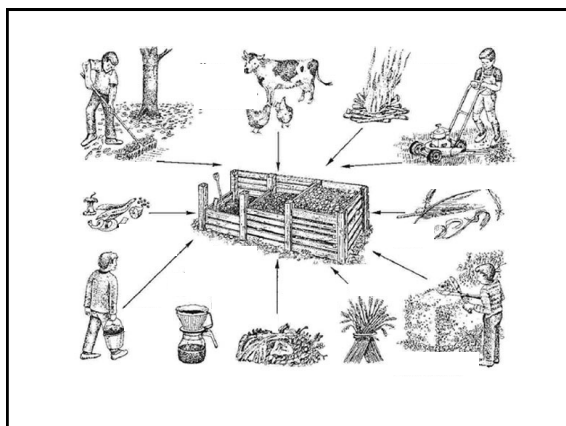
C:N omjer približno 20:1

- *Sadržaj hraniva u stajnjaku varira u odnosu na navedene vrijednosti, ovisno od načina uzgoja stoke i čuvanja gnoja.*

- Gnojidbene doze stajnjaka kreću se od 20 t/ha do 40 t/ha
- Dubina zaoravanja stajnjaka zavisi od svojstava tla. Na težim i vlažnim tlima stajnjak se zaorava na dubinu od 30 cm, a na lakšim tlima pliće.
- Stajnjak pokazuje izrazito produžno djelovanje dušika dok je iskorištenje fosfora i kalija u prvoj godini primjene slično mineralnim gnojivima.

## KOMPOST

- To su gnojiva dobivena iz različitih organskih ostataka izmješanih s tvarima mineralnog podrijetka: vapno, pepeo, mineralna gnojiva (organomineralni komposti), i dr.
- U procesu kompostiranja, koje se odvija pod utjecajem termofilne mikroflore i biokemijskih procesa, svježa organska tvar podliježe prvo dekompoziciji, a zatim procesima sličnim tvorbi humusa.



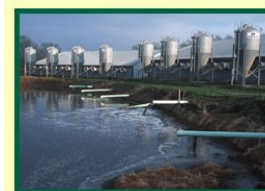
Količina dobivenog komposta je 40-50 % od početne svježe oranske mase, zbog gubitaka: ugljika, vode i drugih tvari u procesu kompostiranja.

Manje količine komposta priređuju se u jamama ili većim posudama, a veće u hrpama.

Optimalna vlažnost materijala je 50-55 %, a kod većih količina komposta potrebno je ostaviti otvore za ulazak zraka i izdvajanje CO<sub>2</sub> i vode, te regulaciju temperature.

#### Gnojnica

- Dobiva se separatnim skupljanjem tekućih izlučevina domaćih životinja, koje se drže na stelji.
- Po sastavu je: suspenzija urina, krutih dijelova izmeta, drugih krutih čestica, razloženih mikroorganizama i kišnice).



#### Gnojovka

- tekući stajnjak koji se dobiva u suvremenim stajama, bez primjene stelje.
- Gušća je od gnojnice (suha tvar oko 15 %).
- Uporaba gnojovke mora se obavljati sukladno važećim propisima (Pravilnik o onečišćenju tla štetni tvarima, 1992.).



Trenergy Farm, Cornwall

#### Zelena gnojidba

- Zaoravanje zelene mase određenih biljnih vrsta naziva se zelena gnojidba ili sideracija.
- Sadržaj organske tvari u tlu je karakteristična i stabilna veličina, zavisna od klime i kemijsko-fizikalnih svojstava tla, te se zato zelenom gnojidbom **ne povećava direktno sadržaj humusa, već samo biogenost tla.**
- Ulaganje u zelenu gnojidbu mora se, zbog indirektnog učinka ekonomski procijeniti.

- Najveće značenje sideracije je povećanje dušika u tlu i to bez utroška energije. Najčešće se zaoravaju leguminozne biljke koje životnom aktivnošću kvržičnih bakterija vežu atmosferski dušik
- Ostali pozitivni učinci sideracije su:
  1. sprječavanje površinske erozije
  2. poboljšanje fizikalnih svojstava tla (retencija za vodu, aeracija)
  3. sprječavanje ispiranja hraniva (konzervacija).

- Zelena gnojidba (sideracija) ima posebno mjesto i nezaobilazna je u alternativnoj poljoprivredi.
- Za zelenu gnojidbu treba upotrebljavati one biljne vrste koje imaju veliku organsku masu, sadrže lakorazgradive tvari, te veće koncentracije dušika i pepela (leguminoze, stočni kelj, rauola, silažni kukuruz i silažni suncokret)
- Poželjno je da proces razgradnje nakon zaoravanja traje što kraće.
- Zaoravanjem leguminoza prosječno se u tlo unosi 100 kg/ha dušika.
- Tehnika zaoravanja: zelena masa predhodno se što finije usitni, a zatim zaore na dubinu koja ovisi o svojstvima tla i biljne vrste.

- Kemijski sastav biljaka mijenja se tijekom vegetacije.
- Mlađe biljke sadrže više lakorazgradivih komponenata, te su uslijed brže razgradnje mogući veći gubici, posebice N u obliku amonijaka.
- Starije biljke su bogate teže razgradivim komponentama (celuloza, kemiceluloza, lignini), teže se razgrađuju i imaju nepovoljniji C : N odnos.
- Riješenje je kompromisno:  
u fazi cvjetanja, kada imaju dovoljno organske tvari, te najpovoljniji odnos lako i teže razgradivih komponenata.

#### Žetveni ostaci

- različiti organski materijali: slama, kukuruzovina, cima krumpira, rozgva vinove loze, itd.
- proces razgradnje je aeroban (zahtjeva prisustvo kisika)
- dubina unošenja žetvenih ostataka - do dubine gdje prodire kisik



#### Žetveni ostaci

Pozitivno utječu na

- Strukturu tla
- Kontrolu erozije
- Obradu tla
- Aeraciju
- Retenciju vode
- Temperaturu tla
- Ciklusi hraniva
- Izmjena iona
- Puferni kapacitet tla
- Insekti
- Mikrob. aktivnost
- Filtracija
- Redukcija evaporacije



Nedostaci:

- velika zaostala masa, njezino usitnjavanje i zaoravanje stvara poteškoće (npr. priprema tla za sjetvu pšenice poslije berbe kukuruza).
- mineralizacija velikih količina svježije organske tvari zahtjeva dodatnu N-gnojidbu (za sprječavanje tzv. "dušičnog manjka"), dok su žetveni ostaci kao izvor mineralnih hraniva od slabijeg interesa jer sadrže puno celuloze, a malo N, P, K i ostalih biogenih elemenata.

- veliku masu žetvenih ostataka treba iskoristiti na parceli zaoravanjem što bliže mjestu nastanka, npr. na samom gospodarstvu
- Hranjive tvari u žetvenim ostacima nalaze se na mjestu primjene i nije potreban nikakav transport, dakle **mala količina biogenih elemenata nije razlog njihovog spaljivanja.**
- U integriranoj biljnoj proizvodnji zabranjeno je paljenje žetvenih ostataka kao što su slama, kukuruzovina i sl. na obradivim površinama, osim u cilju sprječavanja širenja ili suzbijanja biljnih štetočina.

#### Kalcizacija

- ❖ Agrotehnička mjera primjene vapnenih materijala radi neutralizacije pH reakcije tla.
- ❖ Poljoprivredna tla sadrže različite količine kalcija (Ca) koji u tlu ima dvostruku ulogu:
  - kompleksni čimbenik plodnosti tla
  - biljno hranivo

### Kalcij kao kompleksni regulator plodnosti tla:

- glavni neutralizator kiselosti
- smanjuje mobilnost Fe, Al, Mn
- vrlo važan strukturoformator – koagulator koloida
- neutralizira huminske kiseline – u vodi netopivi Ca-humati
- stimulira biokomponentu, a time i razgradnju organske tvari
- mobilizira druga hraniva sa adsorpcijskog kompleksa
- blokira mikroelemente (Fe, Zn, Cu, Mn, B), osim Mo

### Kalcij kao element biljne ishrane

- raspoloživost Ca uvjetovana je pH reakcijom tla
- usvajanje kalcija je znatno sporije u odnosu na druge elemente
- izražen antagonizam s kationima ( $K^+$ ,  $Mg^{+2}$ )
- ima vrlo značajnu fiziološku ulogu u biljci
- u biljkama ima zaštitnu ulogu od toksičnosti suviška mikroelemenata (osim Mo) uz porast otpornosti na povećan sadržaj soli u tlu
- povećava viskoznost protoplazme
- smanjuje hidratiziranost protoplazme

- nedostatak kalcija izaziva pojačanu aktivnost pektinaze što uzrokuje autolizu staničnih stijenki (pojava "gorkih jamica" na jabuci), utječe na razvoj korijenovog sustava osobito kod mladih voćaka te lišća, a kod koštunjicačavog voća utječe na razvoj koštice.



- nedostatak kalcija kod voćaka može se spriječiti prskanjem  $CaCl_2$  ili  $Ca(NO_3)_2$
- za jabuke 360 g/100 l vode
- za kruške 120-180 g/100 l vode

- kod suviška kalcija u tlu, dolazi do problema kod usvajanja gotovo svih biogenih elemenata i pojave simptoma njihovog nedostatka

nedostatak B – vinova loza



Fe kloroza - trešnja



nedostatak Mn – vinova loza

nedostatak Zn - šljivica



nedostatak Zn - breskva



- Gubitak kalcija redovna je pojava na kiselim tlima, kao i na područjima gdje je količina oborina veća od evapotranspiracije (količina oborina većih od 600-700 mm/god).
- U takvim uvjetima ispiranje je prosječno 80-100 kg Ca/ha/god, a često i nekoliko puta više (posebice u blizini industrijskih područja s "kiselim kišama").

- ❖ U RH > 50 % poljoprivrednih tala je kisele pH reakcije (uzrok - intenzivna poljoprivreda)
- ❖ Niska pH reakcija tla dovodi do niza negativnih pojava kao što su:
  - Toksičnost aluminija
  - Kvarjenje strukture tla (deficit Ca i Mg)
  - Smanjena bioraspoloživost fosfora
  - Niska efikasnost gnojidbe N, P i K (što rezultira usporenim rastom i razvojem biljaka, a na kraju i smanjenim prinosom), itd.

- ❖ Kao obavezna mjera popravke kiselih tala preporučuje se **KALCIZACIJA** uz **obveznu** kemijsku analizu tla
- ❖ Kalcij je u tlu glavni neutralizator kiselosti, održava povoljnu reakciju tla, omogućava razvoj korisnih bakterija u tlu i potiskuje gljivice. Kalcijem održavamo povoljnu strukturu tla, čime utječemo na vodozračni režim tla i oksidoredukcijske procese, indirektno poboljšavamo razgradnju organske tvari i aktiviramo druga hraniva.
- ❖ Za utvrđivanje potreba u kalcizaciji kiselih tala koristi se više metoda. Najpouzdanije je određivanje količine materijala za kalcizaciju pomoću **hidrolitičke kiselosti (HK)**

**1. Proračun potrebe za kalcizacijom na temelju hidrolitičke kiselosti**

- ❖ hidrolitička kiselost (Hy) –izražava se u cmol<sup>(+)</sup> kg<sup>-1</sup> nezasićenosti adsorpcijskog kompleksa lužnatim ionima, odnosno kationima baza
- ❖ Ako je Hy > 4 cmol<sup>(+)</sup> kg<sup>-1</sup> tada se za proračun kalcizacije može primijeniti slijedeći proračun  
 1 cmol<sup>(+)</sup> H kg<sup>-1</sup> = 1 cmol<sup>(+)</sup> Ca kg<sup>-1</sup> = 20 mg Ca/100 g tla  
 = 28 mg CaO/100 g tla  
 = 840 kg CaO/3 000 000 kg  
 (oranični sloj 20 cm uz volumnu gustoću ρ<sub>v</sub> = 1.5 kg/dm<sup>3</sup>)

Za svaki cmol<sup>(+)</sup> H kg<sup>-1</sup> potrebno je primijeniti 840 kg CaO ha<sup>-1</sup> (do 20 cm dubine)

- 2. Proračun potrebe za kalcizacijom pomoću tablica**
- u obzir uzima izmjenjivi pH, mehanički sastav i tip korištenja tla
- ako je pH veći od 5.5 ne bi trebalo kalcizirati
  - ako je izmjenjivi pH manji od 4.5 kalcizacija je neophodna
  - ako je pH = 4.5-5.5 kalcizacija je umjereno potrebna
- ❖ vrlo rizičan način izračunavanja potrebe za kalcizacijom, jer može doći do smanjenja organske tvari u tlu, pada raspoloživosti fosfora i mikroelemenata (uslijed porasta oksidoredukcijskih procesa koji se javljaju kod unosa veće količine materijala za kalcizaciju od potrebne)

**3. Proračun potrebe za kalcizacijom na temelju pH (KCI)**

CaO t/ha =  $\frac{\text{ciljni pH} - \text{izmjereni pH}}{7 - \text{izmjereni pH}} \times 2,8$

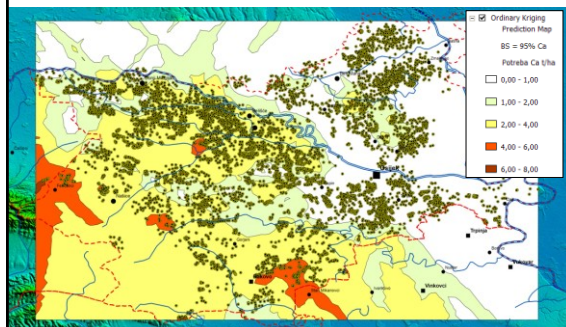
Ovaj izračun je jednostavan, ali manje precizan, odnosno često rizičan za izračunavanje potreba u kalcizaciji

**4. Kompiutorski proračun potrebe za kalcizacijom**

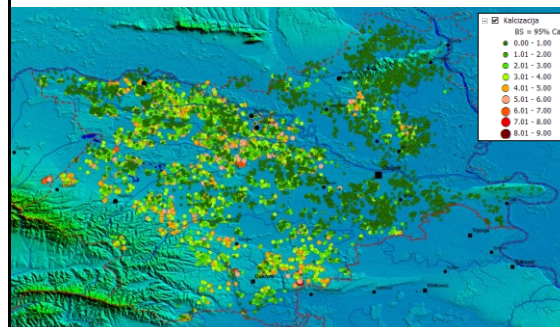
- koristi kombinirani empirijsko-egzaktni postupak koji uzima u obzir zasićenost adsorpcijskoga kompleksa tla bazama (BS%), pH u KCl-u, hidrolitičku kiselost, volumnu gustoću tla (g·cm<sup>-3</sup>) i dubinu oraničnoga sloja do 30 cm.

The screenshot shows the 'ALR<sub>sp</sub> kalkulator' interface. It contains several input fields for soil parameters such as 'pH u KCl-u', 'BS%', and 'volumna gustoća'. The 'Rezultati' section displays the calculated CaO requirement as 66.3 kg/ha. The interface is in Croatian and includes logos for 'Zemlji Kralj' and 'ibe'.

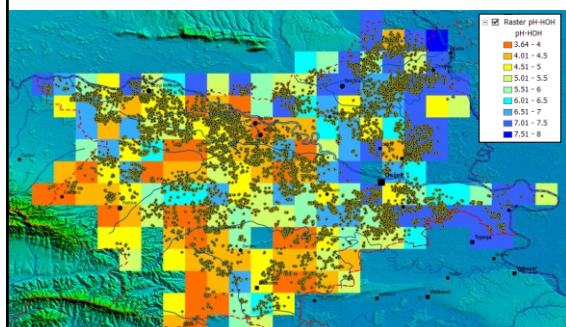
### Predviđanje potrebe u kalcizaciji zemljišta Osječko-baranjske županije



### Izračun potrebe u kalcizaciji t/ha Ca (BS = 95% Ca)



### Rasterizacija Osječko-baranjske županije ovisno o aktualnoj pH reakciji



- ❖ Kalcizacija ima pozitivan učinak na kiselim tlima
- ❖ može izazvati drastične promjene u raspoloživosti hraniva
- ❖ VAŽNO!!! – POSTUPNO UTJECATI NA PROMJENU pH VRIJEDNOSTI  
(učinak na 3-4 godine, jer značajno utječe na biloško-fizikalno-kemijska svojstva tla što zahtjeva meliorativnu gnojidbu i humizaciju)

Zbog promjene stanja oksido redukcije - pojačana mineralizacija humusa što dovodi do iscrpljivanja i pada produktivnosti tla



“Kalcizacija bogati očeve a siromaši sinove”

Ovisno o potrebi, može se provoditi:

- meliorativna
- dopunska kalcizacija

- Meliorativna kalcizacija provodi se kada je razlog slabe plodnosti niska pH vrijednost i nedostatak kalcija.
- Dopunska kalcizacija provodi se radi nadoknade gubitka kalcija nastalog ispiranjem iz tla i iznošenjem prinosa poljoprivrednih kultura

### MATERIJALI ZA KALCIZACIJU

- koriste se oksidi, hidroksidi, karbonati i kalcijevi silikati

#### Kalcijev oksid (živo vapno)

- Sadrži oko 85 % CaO, brzo se aktivira u tlu

#### Kalcijev hidroksid (gašeno vapno)

- Bijela, praškasta tvar, vrlo brzo se aktivira u tlu
- Sadrži oko 70 % CaO

#### Kalcijev karbonat - CaCO<sub>3</sub>, kalcijev-magnezijev karbonat CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

- kristalizirani kalcijev karbonat – kalcit ili tvrdi vapnenac
- kalcijsko-magnezijski karbonat CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> u kristalnome stanju – dolomit



**Lapor**

- Mekane, rahle naslage kalcijevog karbonata
- Sadrže od 10-90 %  $\text{CaCO}_3$  i  $\text{MgCO}_3$
- Prije upotrebe potrebno ga je osušiti
- S tlom reagira kao kalcit

**Saturacijski mulj**

- Nusprodukt u proizvodnji šećera
- Sadrži 75 %  $\text{CaCO}_3$



- Kod uzgoja voćaka i vinove loze, kalcizacija se obavlja prije meliorativne gnojidbe organskim gnojivom uz obavezno zaoravanje nakon rasipanja po površini.
- Nakon kalcizacije i organske gnojidbe vrši se mineralna meliorativna gnojidba.
- Najbolje je kalcizaciju provesti dvije godine prije sadnje, a godinu dana nakon kalcizacije provodi se meliorativna gnojidba mineralnim gnojivima. U rodnim voćnjacima i vinogradima kalcizaciju je najbolje provesti u periodu mirovanja vegetacije, odnosno u zimskom periodu ili početkom proljeća.

Karboalkal rasut na plantaži jabuka  
Foto: Vučanski kneg



Kalcizacija vinograda

- Djelotvornost kalcizacijskog materijala povećava se s njegovom finoćom mljevenog materijala.
- Krupniji materijal ima produženo djelovanje te ga je preporučljivo koristiti za kalcizaciju PRIJE ZASNIVANJA TRAJNOG NASADA
- Kalcizacija sama po sebi ne rješava problem plodnosti tla - njome se ubrzava razgradnja organskih tvari i mobiliziraju vezana biljna hraniva.
- Upravo zbog prolaznosti ovog povoljnog učinka potrebno je primijeniti pravilnu gnojidbu organskim i mineralnim gnojivima.

### Melioracijska gnojidba

- ✓ Pojam melioracijske gnojidbe voćnjaka i vinograda podrazumjeva unošenje osnovnih hraniva u tlo radi podizanja razine hraniva na optimalnu vrijednost koja će omogućiti trajnim nasadima dostatnu opskrbljenost više godina
- ✓ Od osnovnih hraniva: fosfor, kalij, kalcij, magnezij i sumpor. Uz makroelemente unose se i mikroelementi .
- ✓ Potrebna hraniva i njihove količine utvrđuju se kemijskom analizom uzoraka tla

Za melioracijsku i osnovnu gnojidbu koriste se visoko koncentrirane formulacije kompleksnih gnojiva s malom količinom dušika i naglašenim sadržajem fosfora i kalija:

NPK	5-20-30 S
NPK	6-18-36
NPK	8-16-24
NPK	8-26-26
NPK	7-20-30
NPK	10-30-20
NPK	12-52-0 (MAP) za tla bogata K, a siromašna P

- Obavlja se prije sadnje presadnica vinove loze ili sadnica voćaka, na temelju kemijske analize tla (uzorci tla s dubine 0-30 cm i 30-60 cm)
- Za zasnivanje vinograda tlo treba sadržavati 10-15 mg  $P_2O_5/100$  g tla, 20-40 mg  $K_2O/100$  g tla, te 2-3 % humusa
- aplikacija gnojiva – rigolanjem
- melioracijskom gnojidbom fosfor i kalij unosimo do dubine rasta korijena (60 cm)
- Melioracijskom gnojidbom unose se male količine dušika kako bi se ubrzala mineralizacija

#### Melioracijska obrada

- Za potrebe intenzivnog uzgoja voćaka i vinove loze, potrebno je tlo duboko razrahliti
- Na pjeskovitim tlima koja su dobro drenirana i aerirana, dovoljno je provesti duboko oranje
- Na lakšim tlima, uz pojavu nepropusnog horizonta, potrebno je provesti podriavanje, kako bi se razbio nepropusni sloj koji sprječava infiltraciju i penetraciju korijena
- na težim i zbijenim tlima, potrebno je obaviti rigolanje

- dubokom obradom nastaju bitne promjene u fizikalom kompleksu tla, neovisno radi li se o oranju, vertikalnom dubinskom rahljenju ili obradi tla eksplozivom.
- radikalnost promjena  
obrada eksplozivom > dubinsko rahljenje > oranje > rigolanje

produženo djelovanje obrade tla odnosi se na sve zahvati dublje od 30 cm

#### Obrada tla eksplozivom

- Ova se mjera koristi isključivo u melioracijske svrhe ili kao njihova supstitucija. Eksploziv se koristi za razbijanje vrlo kompaktnih slojeva tla, koji se ne mogu razrahliti nekim drugim i običajenijim mjerama melioracijske obrade tla.
- Njegova je primjena učinkovita i u razbijanju, odnosno uništavanju sloja sljepljenca (ortštajna), koji onemogućava kretanje vode i hraniva. Prije primjene eksploziva, po površini tla se može razbacati kompost ili zreli stajski gnoj, koji se nakon eksplozije vrlo dobro homogenizira s tlom, te se na taj način potiče bioaktivacija tla.

- Eksploziv se može koristiti i u krškim krajevima, odnosno u bilo kojem području gdje su kamenje ili stijene vrlo blizu površini tla.
- Ovim se postupkom u krškim područjima mogu "kopati", rupe za sadnju trajnih nasada (voćnjaci i vinogradi).
- Uspjeh primjene eksploziva uvelike ovisi o stanju vlažnosti tla, odnosno na prevlažnom ili presuhom tlu učinkovitost ove mjere neće biti zadovoljavajuća, a može se dogoditi da učinak rahljenja bude i negativan.
- Također, uspjeh u primjeni eksploziva (uobičajeni eksplozivi), ovisi i o snazi eksploziva, kao i o dubini eksplozije.

- Dakle, eksploziv se može koristiti na dva načina; primjenom po cijeloj površini ili primjenom samo na mjestima za sadnju trajnih sadnica.
- Općenito, primjena eksploziva u poljoprivredi ubraja se u najradikalnije, najagresivnije i najučinkovitije mjere rahljenja tla, s kojom se niti jedna druga mjera ne može uspoređivati, a posebice ako se zna da primjena eksploziva ima dugo rezidualno djelovanje.
- Prije njegove uporabe, vrlo precizno treba odrediti zadatak, a posebice je to bitno ako su posrijedi tla koja u profilu imaju vrlo zbijene slojeve i nepropusne slojeve.

#### Podrivanje

- pogodan način duboke obrade na tlima gdje je formiran nepropusni sloj
- Podrivačima se dubinski razrahljuje tlo u zoni razvoja korijenova sustava, popravljaju se narušena struktura tla uzrokovana učestalim prolaskom mehanizacije.
- Podrivači se često rabe u kombinaciji s deponatorom mineralnih gnojiva, čime se omogućava unošenje biljnih hraniva u zonu korijena.
- podrivanje je potrebno obaviti kada je tlo suho, na dubinu do 70 cm (odnosno, ispod dubine oranja)

#### Dubinsko rahljenje

- kao i podrivanje, ispod dubine oranja
- na tlima težeg mehaničkog sastava
- dubinskim rahljenjem produbljuje se fiziološki aktivni profil, razbija se zbijen, nepropusan sloj (infiltracija vode, korijena) i jača mikrobiološka aktivnost tla.



#### Rigolanie

- duboka obrada tla (od 50 do 200 cm): melioracija tla, korektura klime, za tla nepovoljne uslojenosti, za trajne nasade
- mijenjaju se strukturalna svojstva, jer se lome i premještaju strukturalni agregati, tako da među njima ostaju veće ili manje šupljine.
- Povećava se vodopropusnost, poboljšava aeriranost tla, poboljšavaju se toplinska svojstva tla, povećava se biološka aktivnost, dubokim prorahljivanjem omogućuje se unošenje organskih i mineralnih gnojiva u zonu ukorjenjivanja

- Ova mjera obrade tla se najčešće provodi na kraju ljeta i u jesen
- Ako se vinograd sadi u jesen, rigolanie treba obaviti 2 - 3 mjeseca prije sadnje. Za sadnju vinograda u proljeće, rigolanie treba obaviti u jesen, do početka zime i jačih mrazova.
- nakon rigolanja – tanjuranje
- Rigolaju se samo tla velike efektivne dubine.
- Prate ga melioracijska gnojidba, humizacija i kalcizacija.



#### Kondicioneri tla

- tvari većinom organske i anorganske prirodne tvari ili sintetički proizvodi koji pri unošenju u tlo popravljaju kemijska i fizikalna svojstva tla (kapacitet izmjene kationa, vlaženje tla, bubrenje i stezanje, propusnost za vodu i zrak, strukturu tla, toplinska svojstva tla, itd.)
- Prema De Boott-u kondicionere tla dijelimo na:
  1. Tvari za povećanje hidrofilnosti (npr. otopine poliakramida PAM)
  2. tvari za povećanje hidrofobnosti tla (npr. bitumenske emulzije)

3. tvari koje povećavaju temperaturu površine tla (npr. malč bitumenskih emulzija)
  4. tvari koje povećavaju kapacitet zamjene kationa (npr. emulzije sa svojstvima jakih kiselina, glina, zeolit)
  5. tvari koje stabiliziraju strukturu obrađenog tla i lakše prodiranje korijena
- svi navedeni kondicioneri povećavaju stabilnost agregata iako postoje razlike u njihovoj efikasnosti i fitotoksičnosti
  - U RH kakvoća poboljšivača tla regulirana je Zakonom o gnojivima i poboljšivačima tla (NN 163/03)

#### Lumbripost (orbig, humus od glista)

- je organski proizvod dobiven upotrebom gujavica (Kalifornijske gliste) iz organskih otpadaka, najčešće stajnjaka. Djeluje kao organsko gnojivo i kondicioner tla: koristi se za povećanje plodnosti, a najbolje rezultate daje u uzgoju lončanica.
- Djeluje na poboljšanje strukture (rastresitost, bolja retencija vode), povećanje opće mikrobiološke aktivnosti tla i aktivaciju nepristupačnih hraniva u tlu.



#### Ugljena prašina

- koriste se čestice promjera 0.15-1.25 mm za odstranjivanje različitih onečišćivača tla i vode (toksične tvari, organske otopine, kao npr. nafta, boje, mirisi, kiseline, soli itd.).

#### Gips ( $\text{CaSO}_4 \cdot x \text{2H}_2\text{O}$ )

- koristi se kao sulfatno sredstvo za kalcijaciju tla, bez podizanja pH vrijednosti.
- Neutralizira alkalnost tla izazvanu suviškom natrija, poboljšava strukturu (aeraciju i upijanje vode) jer uklanja natrij i zamjenjuje ga s kalcijem na adsorpcijskom kompleksu.
- Koristi se i kao umjereni zakiseljivač tla.



#### Hortikulturni pijesak

- čisti, kremeni i sterilizirani pijesak, koji se miješa s tlom za lončanice radi bolje aeracije i drenaže, najčešće za sukulente i kaktuse.

#### Željezni sulfat – zelena galica

- sadrži 20% Fe i 11.5% S
- Koristi se kod nedostatka željeza (uklanja Fe-klorozu) i kao umjereni sredstvo za zakiseljavanje karbonatnih i neutralnih tala.



#### Komposti

- osim funkcije gnojiva, imaju i ulogu kondicionera s jakim djelovanjem na strukturu (aeraciju i retenciju vode), boju tla i povećanje biogenosti tla.

#### Kalcijev karbonat $\text{CaCO}_3$

- koristi se za neutralizaciju kiselosti (kalcijaciju), ali u tlu djeluje i kao poboljšivač strukture tla.



#### Treset

- upotrebljava se sušeni prirodni, komprimirani, više ili manje razloženi (vlaknast) i preparirani (kemijski obrađen s različitim mineralnim dodacima) za posebne namjene.
- Treset povećava retenciju vode u tlu (5-15 puta na unesenu masu) i čini tlo rahlom i toplijim (zbog velike količine organske tvari i povećanog kapaciteta za zrak uz tamniju boju).
- Često se tresetu dodaje  $\text{CaCO}_3$  za smanjivanje kiselosti tla, te perlit ili vermikulit (sekundarni minerali) za povećanje adsorptivnih svojstava i vezivanje mineralnih oblika hraniva u raspoloživom obliku.

**Perlit**

- krut, svijetli sitnozrnati materijal (izgledom sličan vermikulitu) velike unutrašnje apsorpcijske površine. Vulkanskog je podrijetla, lagan, neutralne pH reakcije i sterilan.



- Primjenjuje se za poboljšavanje strukture (aeracije i vododrživosti tla), povećanja sorptivnih svojstava, bolju drenažu i smanjivanje volumne težine tla.

**Vermikulit**

- ekstremno lagani, granularni prirodni sekundarni mineral, velike unutrašnje apsorpcijske moći, promjera čestica oko 0.15 mm.
- Sadrži malo kalija, kalcija i magnezija, a koristi se kao "nosač" mineralnih oblika hraniva koje postupno otpušta te čini tlo rahlim i lakšim povećavajući mu kapacitet za zrak i vodu.

**Sumpor**

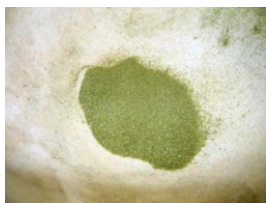
- Koristi se za zakiseljavanje i flokulaciju tla (slično gipsu) čime se postiže bolja struktura tla (aeracija i vododrživost).
- Djeluje toksično na biljke i mora se koristiti najmanje osam tjedana prije sadnje ili sjetve.

**Zeoliti**

- Od kondicionera u posljednje vrijeme sve više se u stakleničkoj ishrani bilja koriste zeoliti, prirodni porozni minerali vrlo velikog ionoizmjenjivačkog kapaciteta.
- dušična gnojiva sa zeolitima imaju produženi efekt (smanjena opasnost od ispiranja i onečišćenja okoline)
- zeoliti povećavaju efikasnost fosfornih gnojiva
- s mikrognojivima – produženo djelovanje

**Glaukonit**  $(K,Na,Ca)_{-1}(Al,Fe^{2+},Fe^{3+},Mg)_2[(OH)_2 | Al_{0,35}Si_{3,65}O_{10}]$ 

- kondicioner sa sporodjeljujućim gnojidbenim učinkom (K)
- prirodni sekundarni mineral prožet Fe-K-silikatima koji sadrži 5-10 %  $K_2O$

**Malčevi**

- To su supstrati koji se također mogu smatrati kondicionerima tla jer mijenjaju zemljišne uvjete u različitim vrstama biljne proizvodnje.
- Posebice se koriste u povrćarstvu, voćarstvu i sličnim "malim" proizvodnjama, a mnogo manje u ratarstvu.
- Malčevi su po porijeklu:
  - organski
  - anorganski
  - sintetički

U suvremenoj poljoprivredi malčevi se sve više koriste, posebice u hortikulturnoj proizvodnji. Njihovo značenje za tlo je višestruko, jer utječu na:

1. povećanje retencije vode
2. zaštita tla od isušivanja
3. zasjenjivanje i zadržavanje rasta korova
4. privlačenje zemljišnih crva
5. povećanje temperature tla u hladnijem periodu vegetacije i
6. zaštitu tla od erozije (posebno nagnutih terena)

- Malčevi od prirodnog materijala, osim funkcije pokrivanja tla, razgradnjom oslobađaju hraniva, posebno dušik.
- Od prirodnih malčeva koriste se vrlo različiti materijali, kao: slama, žitarica, sjeno, kora i lišće drveća i ostali organski otpaci.
- Od anorganskih malčeva najčešće se koriste sintetičke folije različitih svojstava.

