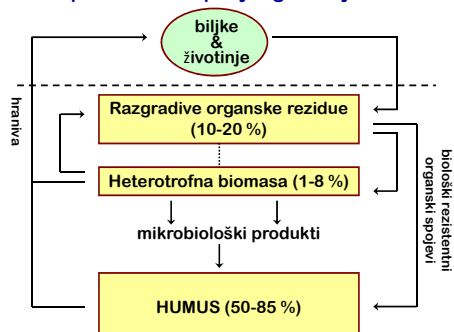


01 – Organska tvar tla

Prosječni udio živih i neživih organskih komponenti u ukupnoj organskoj tvari tla



01 – Organska tvar tla - humus

- organska tvar tla:
 - krupnije čestice:** inertna organska rezerva tla
 - koloidne čestice:** humus i humusne kiseline
- **humus:** nepotpuno razložena organska tvar
- **mineralizacija ili mobilizacija:** razgradnja humusa do niskomolekularnih organskih spojeva podložnih mineralizaciji ili direktnom usvajanju
- organska tvar tla 50-55 % C i 4-6 % N → C:N odnos oko 10:1
- **humifikacija:** stvaranje humusa iz djelomično razložene svježije organske tvari pomoću mikroorganizama
- u novonastali humus ulazi 20-30 % CO₂, UH 20 %, lignin 75 %, N 50 %
- osnovne grupe humusnih tvari:
 1. **huminske kiseline:** tamno obojene, mol. masa 10.000 – 100.000
 2. **fulvo kiseline:** žućkasto-crvenkaste, mol. masa 1.000-5.000, kiseliye, topljivije
 3. **humini:** reducirani anhidridi huminskih kiselina

- humus poboljšava:
 1. kapacitet tla za sorpciju, tj. **KIK**
 2. **puferna svojstva** tla
 3. regulaciju **ravnoteže iona** u vodenoj fazi tla i sorbiranih iona
 4. **fizikalna svojstva** tla (vodozračni odnos, strukturnost)
 5. **pristupačnost kovina** (kelatiziranjem nisu podložne ispiranju)
 6. **pristupačnost** gnojdbom dodanog **fosfora** smanjivanjem kemijskog vezanja fosforne kiseline (**humat efekt**)
 7. opskrbljenost biljaka **N, P, Ca, Fe, S, K**
- zaoravanje organske tvari: DA ili NE?
- spaljivanje - gubitak energije
- zaoravanje – proširivanje C:N odnosa
- biološka fiksacija N ako je C:N odnos > 33:1 → "dušična depresija"

01 – Organska tvar tla – "management"

- tri aspekta "managementa" organskom tvari tla koji trebaju omogućiti kontinuiranu opskrbu hranivima iz organske tvari:

1. kontinuirano dostatno unošenje organske tvari u tlo
2. prikladan plodored
3. agrotehničke mjere koje potiču mobilizaciju hraniva

1. Kontinuirano dostatno unošenje organske tvari u tlo

- u tlo treba kontinuirano unositi različite vrste organske tvari u određenom trogodišnjem ili četverogodišnjem ciklusu uzgoja biljaka

- primjer:

vrsta	t/ha	kg N/ha	kg P ₂ O ₅ /ha	kg K ₂ O/ha
1. stajski gnoj	30	150	90	180
2. slama pšenice	2	10	5	20
3. ostaci ulj. repice	3	25	10	110
4. vermikompost	7	165	175	50
5. ostaci kupusnjača	20	40	20	65
6. ostaci heljde	4	30	25	60
ukupno		420	325	475

2. Prikladan plodored

- za održavanje plodnosti tla neophodno je odrediti količinu potrebnih hraniva za svaki usjev

- proizvođač treba uspostaviti optimalan plodored i uskladiti potrebe usjeva sa stvarnom opskrbljenošću usjeva hranivima

- važni aspekti plodoreda u održavanju ravnoteže hraniva:

1. leguminoze uključene u plodored
2. smjene monokotiledonih i dikotiledonih usjeva
3. prikladna zastupljenost usjeva s povećanim potrebama pojedinih hraniva (kaliofilne, fosforofilne)
4. usjevi različitih dubina korjenovog sustava
5. usjevi različite dinamike usvajanja hraniva

3. Agrotehnika i mobilizacija hraniva

- obrada tla povećava aeriranost tla i pospješuje mikrobiološku aktivnost
- na dinamiku mineralizacije moguće utjecati vremenom, dubinom i učestalošću obrade tla
- obrada tla pozitivno utječe na kompetitivnost mikroorganizama rizosfere – povećana mobilizacija hraniva

**01 – Organska tvar tla – mineralizacija
Zadatak 1**

Utvrđeno je da tlo sadrži 2.5% humusa u sloju 0-30 cm. Specifična gustoća tla $\rho_v = 1,3 \text{ kg dm}^{-3}$. Humus sadrži 5% N, a godišnje se mineralizira 1% ukupnog sadržaja humusa. Kolika je godišnja količina mineraliziranog dušika izraženo u kg N ha^{-1} ?

(1) izračun mase tla:

$$300 \text{ dm}^3 \text{ m}^{-2} \times 1,3 \text{ kg dm}^{-3} \times 10\,000 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} = 3\,900\,000 \text{ kg ha}^{-1} = 3,9 \times 10^6 \text{ kg ha}^{-1}$$

(2) izračun količine humusa:

$$3\,900\,000 \text{ kg tla ha}^{-1} \times 2,5/100 = 97\,500 \text{ kg humusa ha}^{-1}$$

(3) izračun količine dušika:

$$97\,500 \text{ kg humusa ha}^{-1} \times 5/100 = 4\,875 \text{ kg N ha}^{-1}$$

(4) izračun godišnje mineralizacije dušika:

$$4\,875 \text{ kg N ha}^{-1} \times 1/100 = 48,75 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ godišnje}$$

**01 – Organska tvar tla – mineralizacija
Zadatak 2**

Utvrđeno je da tlo sadrži 1.2 % humusa u sloju 0-30 cm. Specifična gustoća tla $\rho_v = 1,5 \text{ kg dm}^{-3}$. Humus sadrži 5% N, a godišnje se mineralizira 0.75 % ukupnog sadržaja humusa. Kolika je godišnja količina mineraliziranog N izraženo u kg N ha^{-1} ?

(1) izračun mase tla:

$$300 \text{ dm}^3 \text{ m}^{-2} \times 1,5 \text{ kg dm}^{-3} \times 10\,000 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} = 4\,500\,000 \text{ kg ha}^{-1} = 4,5 \times 10^6 \text{ kg ha}^{-1}$$

(2) izračun količine humusa:

$$4\,500\,000 \text{ kg tla ha}^{-1} \times 1,2/100 = 54\,000 \text{ kg humusa ha}^{-1}$$

(3) izračun količine dušika:

$$54\,000 \text{ kg humusa ha}^{-1} \times 5/100 = 2\,700 \text{ kg N ha}^{-1}$$

(4) izračun godišnje mineralizacije dušika:

$$2\,700 \text{ kg N ha}^{-1} \times 0,75/100 = 20,25 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ godišnje}$$

01 – Organska tvar tla – mineralizacija

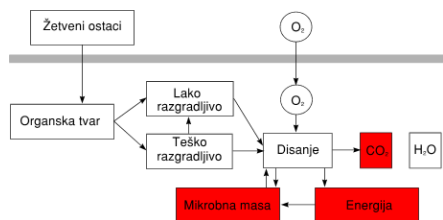
- humus i količina mineraliziranog N godišnje:

	humus			
	1%	2%	3%	4%
t/ha (1.25 kg/l, 20 cm) MIN	25	50	75	100
t/ha (1.50 kg/l, 30 cm) MAX	45	90	135	180
kg N/ha MIN	1250	2500	3750	5000
kg N/ha MAX	2250	4500	6750	9000
kg N/ha MIN mineralizirano	12.5	25.0	37.5	50.0
kg N/ha MAX mineralizirano	22.5	45.0	67.5	90.0

01 – Organska tvar tla – biljni ostaci

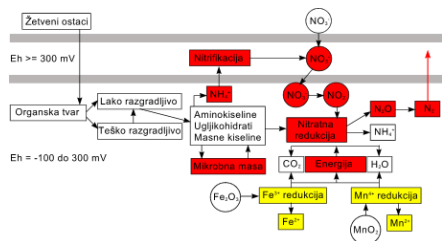
- pravac razgradnje žetvenih ostataka ovisi o oksidoredukcijskim uvjetima u tlu

1. oksidacijski uvjeti (oksidoredukcijski potencijal $E_h > 300$ mV)
2. uvjeti fakultativno anaerobne respiracije ($E_h = -100$ do $+300$ mV)
3. redukcijjski uvjeti ($E_h < -100$ mV)



- pravac razgradnje žetvenih ostataka ovisi o oksidoredukcijskim uvjetima u tlu

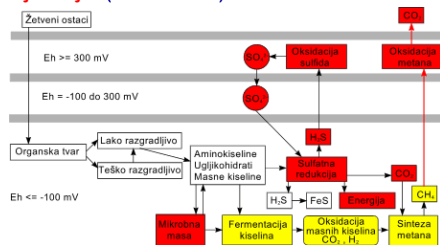
1. oksidacijski uvjeti (oksidoredukcijski potencijal $E_h > 300$ mV)
2. uvjeti fakultativno anaerobne respiracije ($E_h = -100$ do $+300$ mV)
3. redukcijjski uvjeti ($E_h < -100$ mV)



- pravac razgradnje žetvenih ostataka ovisi o oksidoredukcijskim uvjetima u tlu

1. oksidacijski uvjeti (oksidoredukcijski potencijal $E_h > 300$ mV)
2. uvjeti fakultativno anaerobne respiracije ($E_h = -100$ do $+300$ mV)

3. redukcijski uvjeti ($E_h < -100$ mV)



01 – Organska tvar tla – dušična depresija Zadatak 1

Slama pšenice sadrži 42% C i 0.45% N. Zaorano je 5.6 t slame ha^{-1} , a mikroorganizmi za svoje potrebe asimiliraju 38% C, a na asimiliranu količinu C koriste 11% N. Koliki je dušični faktor i koliko $kg N ha^{-1}$ treba dodati za mineralizaciju zaorane slame?

(1) izračun potrebne količine C za mikroorganizme:
 $42 \text{ kg C } 100 \text{ kg}^{-1} \times 38/100 = 15,96 \text{ kg C } 100 \text{ kg}^{-1}$ slame

(2) izračun potrebne količine N za mikroorganizme:
 $15,96 \text{ kg C } 100 \text{ kg}^{-1}$ slame $\times 11/100 = 1,75 \text{ kg N } 100 \text{ kg}^{-1}$ slame

(3) izračun dušičnog faktora (količina N koja nedostaje):
 $1,75 \text{ kg N } 100 \text{ kg}^{-1} - 0,45 \text{ kg N } 100 \text{ kg}^{-1} = 1,30 \text{ kg N } 100 \text{ kg}^{-1}$ slame

(4) izračun potrebne količine dušika za mineralizaciju zaorane slame:
 $1,30 \text{ kg N } 100 \text{ kg}^{-1}$ slame $\times 10 = 13,0 \text{ kg N } t^{-1}$ slame
 $13,0 \text{ kg N } t^{-1}$ slame $\times 5,6 \text{ t } ha^{-1} = 72,8 \text{ kg N } ha^{-1}$

01 – Organska tvar tla – dušična depresija Zadatak 2

Slama pšenice sadrži 40% C i 0.5% N. Zaorano je 5 t slame ha^{-1} , a mikroorganizmi za svoje potrebe asimiliraju 35% C, a na asimiliranu količinu C koriste 10% N. Koliki je dušični faktor i koliko $kg N ha^{-1}$ treba dodati za mineralizaciju zaorane slame?

(1) izračun potrebne količine C za mikroorganizme:
 $40 \text{ kg C } 100 \text{ kg}^{-1} \times 35/100 = 14 \text{ kg C } 100 \text{ kg}^{-1}$ slame

(2) izračun potrebne količine N za mikroorganizme:
 $14 \text{ kg C } 100 \text{ kg}^{-1}$ slame $\times 10/100 = 1,4 \text{ kg N } 100 \text{ kg}^{-1}$ slame

(3) izračun dušičnog faktora (količina N koja nedostaje):
 $1,4 \text{ kg N } 100 \text{ kg}^{-1} - 0,5 \text{ kg N } 100 \text{ kg}^{-1} = 0,9 \text{ kg N } 100 \text{ kg}^{-1}$ slame

(4) izračun potrebne količine dušika za mineralizaciju zaorane slame:
 $0,9 \text{ kg N } 100 \text{ kg}^{-1}$ slame $\times 10 = 9 \text{ kg N } t^{-1}$ slame
 $9 \text{ kg N } t^{-1}$ slame $\times 5 \text{ t } ha^{-1} = 45 \text{ kg N } ha^{-1}$

02 – Kalcizacija

- pH je negativan logaritam aktiviteta H⁺ iona, a jednostavnije rečeno to je mjera kiselosti tla ili nekog drugog medija

- u iskazivanju pH vrijednosti koristi se logaritamska skala, pa niža pH vrijednost (npr. 4 u odnosu na 6) znači veću koncentraciju H⁺ iona (u istom primjeru 10⁻⁴ u odnosu na 10⁻⁶), tj. veću kiselost

- u ishrani bilja i kemiji tla pH reakcija tla koristi se kao jedan od osnovnih pokazatelja plodnosti tla.

02 – Kalcizacija – pH vrijednost tala

- većina poljoprivrednih tala ima pH reakciju između 5 i 8, a optimalna je pH reakcija za većinu ratarskih i hortikulturnih biljnih vrsta 6-7

- tla u Slavoniji i Baranji su različite kiselosti, a u pravilu je puno više kiselih tala zapadno od Osijeka, a istočno prevladavaju neutralna i blago alkalna tla

- najveći su problem tla čija je pH vrijednost niža od 5 ili čak ispod 4.

02 – Kalcizacija – uzroci zakiseljavanja tala

1. pedogenetsko-klimatski uzroci:

- posljedica pedogeneze i starenja tla je ispiranje alkalnih kationa (Ca, Mg, Na, K) s adsorpcijskog kompleksa tla ako je tlo izloženo količini oborina više od 600-650 mm

- ispiranje navedenih alkalnih kationa rezultira većim udjelom kiselih kationa i povećanom kiselošću tla.

2. antropogeni uzroci:

- industrijski emisija SO₂ koji kiselim kišama dopijeva u tlo i direktno ga čini kiselijim. Isti je kemizam i sa NO₂.

- razgradnja organske tvari u tlu jer su konačni produkti oksidacije organskih C, N i S karbonatni, nitratni i sulfatni anioni

- unošenje fiziološki kiselih mineralnih gnojiva

- uzgoj leguminoza.

02 – Kalcizacija – utjecaj niskog pH na tlo i biljke

- neposredan loš utjecaj kiselosti tla na biljku je toksičan utjecaj Al^{3+} i Mn^{2+} kod $pH < 5$ ili čak direktan toksičan utjecaj H^+ . Ta se toksičnost ogleda u reduciranoj ili nemogućnosti rasta korijena.

- posredan utjecaj je toksičnost koja je izazvana aktivacijom teških metala i poremećaj rada mikroorganizama što se posebice odnosi na nitrofikirajuće bakterije. Aktivacija teških metala (Zn, Cu, Ni, Cd, Cr, Co, Hg, Pb) u konačnici znači i ekološko opterećenje budući su teški metali u kiselim tlima podložniji ispiranju.

- s aspekta ishrane bilja nizak pH povećava pristupačnost većine mikroelemenata teških metala (Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, osim Mo), ali smanjuje pristupačnost P (kemijska fiksacija), Ca i Mg (ispiranje)

- struktura tla je direktno vezana s koncentracijom Ca kao koagulatora, Na koji ima suprotan učinak, te organske tvari koja je neophodna za stabilnost agregata, to proizlazi da svi činitelji koji rezultiraju gubitkom Ca i organske tvari tla negativno utječu na strukturu tla

02 – Kalcizacija – neutralizacija suvišne kiselosti

- popravak pH reakcije tla na našim je prostorima gotovo isključivo vezan za neutralizaciju suvišne kiselosti tla kalcizacijom, tj. agrotehničkom mjerom popravke tla kojom se u tlo unosi sredstvo alkalne reakcije koje sadrži Ca, a često i određene količine Mg

- pH vrijednost tla nije dovoljan podatak na temelju kojega možemo izračunati suvišnu kiselost jer dva tla iste pH vrijednosti mogu imati bitno različitu količinu kiselosti

- za precizno određivanje suvišne kiselosti tla neophodni su vrijednosti hidrolitičke kiselosti (H_y izražena u $cmol(+)kg^{-1}$ tla) i specifične gustoće tla (za izračunavanje mase tla), a korisni su i podaci o veličini AK tla (KIK)

- zbog toga je pH samo pokazatelj postoji li problem kiselosti i treba li provesti dopunske analize kojima će se utvrditi količina kiselosti tla i stupanj zasićenosti apsorpcijskog kompleksa tla alkalnim kationima

02 – Kalcizacija – izračuni suvišne kiselosti

- često se koriste tablice s rasponima potrebnih količina sredstva za kalcizaciju koje se zasnivaju na izračunu (prema metodama u daljnjem tekstu) za određene razrede kiselosti i teksture tla, a uzimaju u obzir i posebnost biljne vrste

Za izračun suvišne kiselosti tla koriste se različite metode izračuna:

1. na temelju hidrolitičke kiselosti, KIK-a i specifične gustoće tla
2. na temelju hidrolitičke kiselosti, izmjenjivog pH i spec. gustoće tla
3. na temelju pH tla u pufernim otopinama
4. na temelju pH i rezultata drugih analiza tla

1. na temelju hidrolitičke kiselosti, KIK-a i specifične gustoće tla

- za izračun se koriste slijedeći koraci:

1. **izračun mase tla** (do određene dubini i na određenoj površini, a neophodan je podatak o specifičnoj gustoći tla)
2. **izračun suvišne kiselosti tla** (do određenog stupnja zasićenosti AK tla bazama, a neophodan je podatak hidrolitička kiselost tla i KIK)
3. **izračun potrebe Ca** za neutralizaciju suvišne kiselosti
4. **izračun potrebne količine sredstva za kalcizaciju** (neophodan je podatak o postotku Ca i Mg u sredstvu za kalcizaciju, te o veličini čestica sredstva)

1. na temelju hidrolitičke kiselosti, KIK-a i specifične gustoće tlaZadatak 1

U tlu je utvrđena hidrolitička kiselost $H_y = 15 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ tla. Nezasićenost adsorpcijskog kompleksa tla bazama, tj. hidrolitičku kiselost želimo spustiti na $5 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ tla. Koliko kg CaCO_3 ili karbokalka (s 48.2% Ca) moramo potrošiti za kalcizaciju do dubine 30 cm uz specifičnu gustoću tla $\rho_v = 1.5 \text{ kg dm}^{-3}$?

$d = 30 \text{ cm}$
 utvrđena $H_k = 15 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$
 ciljna $H_k = 5 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$
 $\rho_v = 1.5 \text{ kg dm}^{-3}$
 sredstvo za kalcizaciju: CaCO_3 (40 % Ca), karbokalk (48.2 % Ca)

(1) izračun mase tla:

$$300 \text{ dm}^3 \text{ m}^{-2} \times 1,5 \text{ kg dm}^{-3} \times 10\,000 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} = 4\,500\,000 \text{ kg ha}^{-1} = 4,5 \times 10^6 \text{ kg ha}^{-1}$$

1. na temelju hidrolitičke kiselosti, KIK-a i specifične gustoće tlaZadatak 1 (2. dio)

(2) izračun suvišne kiselosti tla

potrebno je neutralizirati $15 - 5 = 10 \text{ cmol kg}^{-1}$

(3) potreba Ca za neutralizaciju kiselosti:

(a) $10 \text{ cmol kg}^{-1} = 100 \text{ mmol kg}^{-1}$

(b) za neutralizaciju 1 mmol H_k potrebno je $\frac{1}{2}$ mmol Ca, tj. 20 mg Ca

(a) i (b) $\rightarrow 100 \text{ mmol kg}^{-1} \times 20 \text{ mg Ca mmol}^{-1} = 2000 \text{ mg Ca kg}^{-1} = 2 \text{ g Ca kg}^{-1}$

(c) potreba Ca u kg ha^{-1} : $2 \text{ g Ca kg}^{-1} \times 4,5 \times 10^6 \text{ kg ha}^{-1} = 9 \times 10^6 \text{ g Ca ha}^{-1} = 9 \times 10^3 \text{ kg Ca ha}^{-1} = 9 \text{ t Ca ha}^{-1}$

(4) preračun potrebe Ca u količinu CaO i sredstva za kalcizaciju:

$$9 \text{ t Ca ha}^{-1} = 9 \text{ t} \times \frac{56}{40} \text{ CaO ha}^{-1} = 12,6 \text{ t CaO ha}^{-1}$$

$$9 \text{ t Ca ha}^{-1} = 9 \text{ t} \times \frac{100}{40} \text{ CaCO}_3 \text{ ha}^{-1} = 22,5 \text{ t CaCO}_3 \text{ ha}^{-1}$$

$$9 \text{ t Ca ha}^{-1} = 9 \text{ t} \times \frac{100}{48,2} \text{ karbokalka ha}^{-1} = 18,67 \text{ t karbokalka ha}^{-1}$$

1. na temelju hidrolitičke kiselosti, KIK-a i specifične gustoće tlaDrugi način (pomoću formule)

$t \text{ CaCO}_3 \text{ ha}^{-1}$ = dubina kalcizacije (cm) × spec. gustoća tla (kg dm^{-3}) × Hk za neutralizaciju do ciljne zasićenosti AK bazama (cmol kg^{-1}) / 20

Hk za neutralizaciju = Hk utvrđena – KIK × (1-ciljni V/100)

ciljna zasićenost AK tla bazama (ciljni V) može se uspoređivati s ciljnim pH tla:

zasićenost AK tla bazama 80 % = pH 6,0

zasićenost AK tla bazama 90 % = pH 6,5

zasićenost AK tla bazama 95 % = pH 6,9

2. na temelju hidrolitičke kiselosti, pH_{KCl} i specifične gustoće tla(pomoću formule)

$t \text{ CaCO}_3 \text{ ha}^{-1}$ = dubina kalcizacije (cm) × spec. gustoća tla (kg dm^{-3}) × Hk za neutralizaciju do ciljne zasićenosti AK bazama (cmol kg^{-1}) / 20

Hk za neutralizaciju = Hk utvrđena – KIK × (1-ciljni V/100)

ciljna zasićenost AK tla bazama (ciljni V) može se uspoređivati s ciljnim pH tla:

zasićenost AK tla bazama 80 % = pH 6,0

zasićenost AK tla bazama 90 % = pH 6,5

zasićenost AK tla bazama 95 % = pH 6,9

2. na temelju hidrolitičke kiselosti, pH_{KCl} i specifične gustoće tla(pomoću formule)

$t \text{ CaCO}_3 \text{ ha}^{-1}$ za ciljni pH = $\frac{\text{ciljni pH} - \text{izmjereni pH}}{7 - \text{izmjereni pH}} \times t \text{ CaCO}_3 \text{ ha}^{-1}$ za pH 7

$t \text{ CaCO}_3 \text{ ha}^{-1}$ za pH 7 = (50,04 × dubina kalcizacije (cm) × specifična gustoća tla (kg dm^{-3}) × Hk (cmol kg^{-1}) / 100

02 – Kalcizacija – Sredstva za kalcizaciju

Sredstvo za kalcizaciju je sredstvo koje sadrži Ca i/ili Mg u oblicima koji mogu neutralizirati kiselost tla.

U navedenu grupu spadaju: vapnenac, dolomit, živo vapno (CaO), gašeno vapno (Ca(OH)₂), lapor i različiti nusproizvodi (npr. karbokalk ili saturacijski mulj).

Prema kemijskim svojstvima sredstva za kalcizaciju su karbonati, oksidi ili hidroksidi Ca i/ili Mg.

Živo vapno i gašeno vapno djeluju izuzetno brzo i smiju se koristiti samo na tlima gdje je potrebna ubrzati promjenu pH reakcije, tj. na hladnim i vlažnim tlima.

Između vapnenca (kalcij karbonat) i dolomita (kalcij-magnezij karbonat) postoji čitav niz različitih mješavina s različitim udjelom Ca i Mg.

Karbokalk ili saturacijski mulj je nusproizvod pri proizvodnji šećera, a pogodan je jer sadrži i dosta organske tvari te male količine fosfora, kalija i mikroelemenata.

Svojstva sredstava za kalcizaciju

Najznačajnija svojstva sredstava za kalcizaciju su:

1. kalcij-karbonat ekvivalent (CCE)
2. sadržaj vlage
3. veličina čestica
4. efektivna neutralizacijska vrijednost (ENV)
5. sadržaj Mg

1. CCE – kalcij-karbonat ekvivalent

- kemijski sastav sredstva za kalcizaciju definira mogućnost sredstva da neutralizira kiselost, tj. definira **neutralizacijsku vrijednost (NV)**.

- čisti kalcij karbonat je standard za sva sredstva za kalcizaciju i ima neutralizacijsku vrijednost **NV=100**

- pri procjeni kvalitete sredstva za kalcizaciju, potrebno je kemijski sastav sredstva usporediti s čistim kalcijevim karbonatom i njegova relativna neutralizacijska vrijednost u usporedbi s kalcijevim karbonatom naziva se kalcij-karbonat ekvivalent (**CCE**)

- CCE je standardno mjerilo čistoće sredstva za kalcizaciju

sredstvo	kemijski sastav	CCE (%)
Kalcij karbonat	CaCO ₃ (čisti)	100
vapnenac	CaCO ₃	80-100
dolomit	CaCO ₃ × MgCO ₃	95-108
živo (pečeno) vapno	CaO	150-175
gašeno vapno (hidrat)	Ca(OH) ₂	120-135
lapor	CaCO ₃	70-90
mljevene školjke	CaCO ₃	90-100
tvornički pepel	Ca, Mg, K oksidi	25-50
drveni pepel	Ca, Mg, K oksidi	40-50
gips	CaSO ₄	nema
nuzprodukti	varijabilno	varijabilno
karbokalk	Ca, Mg, K, P, OT, mikroelementi	85-95

2. Sadržaj vlage

- povećana vlažnost sredstva za kalcizaciju znači da je manja NV određene mase sredstva jer je veći udio vlage

- veći udio vlage smanjuje učinkovitost sredstva za kalcizaciju jer će 1 tona suhog sredstva neutralizirati više kiselosti nego 1 tona vlažnijeg sredstva

- 4-5 % vlage samljevenog sredstva popravlja jednoličnost raspodjeljivanja sredstva po proizvodnoj površini jer smanjuje odnošenje (vjetrom) sitnih čestica (< 0.15 mm) u usporedbi sa suhim sredstvom (< 1% vlage)

3. Veličina čestica

- finijom granulacijom (mljevenjem) sredstva za kalcizaciju raste djelotvornost zbog veće dodirne površine sredstva i čestica tla

4. Efektivna neutralizacijska vrijednost (ENV)

- ENV je indeks koji istovremeno prikazuje kemijski sastav i čistoću (CCE) te granulaciju, tj. veličinu čestica sredstva za kalcizaciju

- izračunava se množenjem udjela čestica određenog promjera s odgovarajućim faktorom, što opisuje efektivnost s aspekta veličine čestica

- efektivnost s aspekta veličine čestica množi se s CCE:

$$ENV = [(A+B+C) \times CCE]/100$$

A = % čestica 0.25-0.84 mm × 0.4

B = % čestica 0.15-0.25 mm × 0.8

C = % čestica < 0.15 mm × 1.0

$$ENV \text{ za karbokalk} = [(6.6+17.5+52.3) \times 90.5]/100 = 69.1\%$$

5. Sadržaj magnezija

- sadržaj magnezija definira vrijednost određenog sredstva za kalcizaciju s aspekta specifičnih kemijskih svojstava određenog tla, tj. s aspekta udjela Mg na AK određenog tla i s aspekta planirane namjene određene proizvodne površine

- na tlima s niskim sadržajem izmjenjivog Mg poželjan je veći udio Mg u sredstvu za kalcizaciju, ali previsok udio nije pogodan, posebice na za tla s niskim KIK-om i s nepogodnim vodno-zračni režimom

02 – Kalcizacija – Vrijeme pogodno za kalcizaciju

- kalcizacije se može provesti u svako doba godine kada vlažnost tla dozvoljava obradu tla
- nikako se ne smije provoditi zajedno s gnojivima koja sadrže NH_4^+ jer će se dušik transformirati u NH_3 i izgubiti volatilizacijom
- dubina aplikacije ovisi o kiselosti tla po dubini profila jer sredstvo ne treba unositi dublje nego što je analizama utvrđena kiselost tla, a ovisi i o načinu aplikacije
- sredstvo za kalcizaciju treba ravnomjerno raspodjeliti po površini tla i za to se najčešće koriste različiti rasipači
- za granulirano sredstvo (uvijek je skuplje) može se koristiti raspodjeljivač za mineralna gnojiva
- za praškasta sredstva potrebni su posebni rasipači

- ravnomjerna aplikacija sredstva za kalcizaciju po dubini profila u kojem želimo neutralizirati kiselost je značajna i ovisi o načinu provedbe kalcizacije

- raspodjela odjednom po površini i zaoravanje u tlo rezultira nepravilnom raspodjelom po dubini profila
- boljom raspodjelom rezultira višestruka aplikacija sredstva za kalcizaciju te se može preporučiti zaoravanje jednog dijela tijekom osnovne obrade, a drugi dio plice unijeti u tlo prije pripreme tla za sjetvu
- višestruka aplikacija sredstva za kalcizaciju može biti i postupna provedba kalcizacije tijekom više godina

02 – Kalcizacija – Učinci kalcizacije

- pozitivni učinci na kiselim tlima
- moguće drastične promjene raspoloživosti hraniva (P i mikroelementi)
- obavezan dobar proračun i kvalitetna primjena
- dobro je postupno utjecati na porast pH (učinak na 3-4 godine) jer kalcizacija radikalno mijenja biloško-fizikalno-kemijska svojstva tla, potrebna je humizacija, ponekad i meliorativna gnojidba, a ravnoteža se pomiče u pravcu mineralizacije humusa što dovodi do iscrpljivanja i pada produktivnosti tla
- neadekvatna kalcizacija bez pravilnog "managementa" organskom tvari tla "bogatí očeve, a siromaši sinove"

02 – Kalcizacija – Učinci kalcizacije

- postoji razlika sredstava za kalcizaciju u pogledu brzine djelovanja (živo i gašeno vapno djeluju jako brzo), a na to utječe i krupnoća čestica sredstva za kalcizaciju
- praškasta konzistencija rezultira bržim učinkom od krupnije mljevenih ili granuliranih sredstava koja imaju produžni učinak
- kalcizacija djeluje na povećanje i poboljšanje kvalitete prinosa optimiziranjem pH reakcije i direktnim utjecajem na povećanu pristupačnost Ca u tlu, ali i P, Mg, Mo...
- čim smo uklonili negativan učinak činitelja koji je limitirao proizvodnju (npr. nedostatak Ca, toksična kiselost tla...), rezultat je povećanje visine i kvalitete prinosa, a taj se učinak može postići već u prvoj godini nakon kalcizacije
- kalcizacija smanjuje pristupačnost mikroelemenata teških metala (Fe, Mn, Zn, Cu, Ni), a posebice je opasno ako se doda prevelika količina sredstva za kalcizaciju jer je biljka osjetljivija na alkalnu nego na kiselu reakciju tla
