

# KONDICIONIRANJE TLA

*Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović*

Kondicioniranje (popravke) tla su najčešće meliorativni zahvati podržani posebnim agroehničkim mjerama. Od mjera popravke tla najčešća je primjena poboljšivača (kondicionera) za popravljivanje kemijskih fizikalnih i bioloških svojstava tla (npr. kalcizacija, humizacija, fosfatizacija, primjena posrednih gnojiva i dr.), ali tu ubrajamo i meliorativnu gnojdbu, restauracija degradiranih površina nastalih erozijom, rudokopima ili raščišćavanjem zemljišta.

Kad se razmišlja o gnojdbi kao mjeri popravki tla, onda treba znati da prava mineralna gnojiva sadrže neophodne biogene elemente, a posredna gnojiva ih mobiliziraju iz rezervi tla, bilo poboljšanjem njegovih fizičkih svojstava ili putem kemijskih i bioloških promjena koje izazivaju u tlu. U tu grupu spadaju i gnojiva za kalcizaciju (vapnjenje tla), uporaba gipsa i sl. Posredna (neizravna) gnojiva, također sadrže biogene elemente, ali u kemijskom obliku koje biljke ne mogu odmah usvojiti (npr.: humus, vapno i dr.) te utječu posredno (npr. potiču mikrobiološku aktivnost, neutraliziraju kiselost, djeluju preko poboljšanja strukture tla itd.), ili direktno nakon transformacije (mikrobiološke ili kemijske) u biljci pristupačne spojeve.

Prirodno, djevičansko tlo, može često imati nisku produktivnost pa je nakon uključivanja takvih tala za poljoprivrednu uporabu nužno provesti potrebne meliorativne mjere. Vrlo često i tla koja su već u uporabi mogu zbog nepravilnog ili intenzivnog korištenja biti u različitom stupnju oštećena (degradirana). Najčešći uzroci degradacije su:

- Fizikalna degradacija erozijom, zbijanjem i pokoricom;
- Kemijska degradacija povezana je s padom bioraspoloživosti hraniva i zakišeljavanjem;
- Biološka degradacija najčešće asocira s padom organske tvari u tlu (može biti izazvana i onečišćenjem tla teškim metalima, pesticidima i drugim toksičnim tvarima) i
- Pogoršanje dreniranosti koje asocira s ležanjem vode ili zaslanjivanjem.

Pad koncentracije humusa u tlu je redovita pojava u antropogeniziranim tlima u kojima je redovito manje humusa u odnosu na tla pod prirodnom vegetacijom. Uzroci opadanja humusa su intenzivna obrada i aeracija koja ubrzava oksidacijske procese, odnosno razlaganje organske tvari, ali i primjena isključivo mineralnih gnojiva. Jedan od razloga je i odvajanje ratarske od stočarske proizvodnje, odvoženje ili spaljivanje žetvenih ostataka te izostanak zelene gnojdbu (sideracije). *Acidifikacija* (zakišeljavanje) tla je posljedica nekoliko čimbenika i to od primjene visoko koncentriranih i fiziološki kiselih gnojiva sa sve manje balasta, visoke doze gnojovke, ispiranje baza iz tla (kalcija i magnezija), imisijska acidifikacija ("kisele kiše") i dr. Posljedice zakišeljavanja su pad pH vrijednosti tla, gubitak kalcija, pogoršanje fizikalnih i bioloških svojstava tla i konačno smanjenje plodnosti tla.

Pored klasičnih načina poboljšanja kakvoće tla, odnosno otklanjanja uzroka neplodnosti (kalcizacija, humizacija, meliorativna gnojdba, meliorativna obrada tla i dr.), sve češće se za popravak strukture, ali i toplinskih svojstava, izmjenjivačkog kapaciteta te vlaženja tla, primjenjuju i drugi kondicioneri koji mogu biti organske i anorganske prirodne tvari ili pak sintetski proizvodi. Zbog visokih ulaganja, uglavnom se koriste u vrlo intenzivnoj i profitabilnoj proizvodnji (zaštićeni prostori, cvijeće, povrće i sl.) a dijele se uobičajeno na:

- tvari za povećanje hidrofiliteta tla, odnosno vlažnosti (npr. poliakrilamid-PAM),
- tvari za povećanje hidrofobnosti tla, odnosno uklanjanja viška vode (npr. bitumenske emulzije),
- tvari za povećanje temperature površine tla (npr. malč s bitumenoznim emulzijama),
- tvari za sprječavanje zbijanja tla, poboljšanje drenaže i aeracije,
- tvari za stabilizaciju strukture po dubini profila i lakše prodiranje korijena (npr. anorganski kondicioneri na temelju Fe, perlita i dr.) i
- tvari za povećanje kapaciteta izmjenjivačkog kompleksa tla (emulzije sa svojstvima jakih kiselina, zeoliti, glina, pa i čisti bentonit i vermikulit, lignitna prašina itd.).

U RH kakvoća poboljšivača tla, kao i gnojiva, regulirana je posebnim Zakonom o gnojivima i poboljšivačima tla (NN 163/03).

U kiselim tlima nedostaje kalcija što je uvijek povezano s niskom pH vrijednosti, suvišku alumija i željeza, četo i mangana uz lošu strukturu te se u praksi vrlo često javlja potreba za kalcizacijom, odnosno primjeni vapnenih materijala radi neutralizacije suviše zemljišne kiselosti. Agrotehničku mjeru unošenja kalcija u tlo treba razlikovati od kalcifikacije, jer taj izraz označava formiranje sekundarnih minerala kalcija ili njegovih soli u tlu (ili zakrečavanje krvnih žila kod ljudi).

Nezamjenjiva je uloga kalcija u održavanju pH-vrijednosti tla jer ona indirektno utječe na raspoloživost svih drugih elemenata, najviše P, B, Fe (*Fe-kloroza*), Mn, Zn i Cu. Kalcij je vrlo važan i za održavanje strukture tla jer zajedno s humusnim tvarima omogućuje povezivanje njegovih čestica u strukturne agregate pa posredno utječe na poboljšavanje vodozračnog režima i oksido-redukcijske procese, odnosno izrazito povećava biogenost tla (povoljan utjecaj na proces amonifikacije, nitrifikacije, biološku fiksaciju dušika, oksidaciju sumpora itd.).

*Zakišeljavanje (acidifikacija) poljoprivrednih tala* Hrvatske veliki je problem (više od 50 % poljoprivrednih tala RH je kiselo), a trend pada pH ponajviše je prisutan na tlima uz intenzivnu, pa čak i konvencionalnu poljoprivredu. Niska pH-vrijednost dovodi do niza negativnih pojava, npr. uzrokuje deficit kalcija i magnezija (a time i kvarenje strukture tla), toksičnost aluminijske i/ili manganske, smanjene raspoloživosti fosfora, nisku efikasnost gnojidbe dušikom, fosforom i kalijem uz usporen rast i razvitak biljaka te konačno uzrokuje niži prinos i njegovu lošiju kakvoću. Stoga se kao obvezna mjera popravke kiselih tala preporuča kalcizacija, ali obvezno uz detaljnu kemijsku analizu tla i uvažavanje ostalih mjera popravke (*humizacija, fosfatizacija, primjena mikroelemenata i dr.*). Kalcij se lako gubi ispiranjem iz kiselih tala, osobito kad je godišnja količina oborina veća od 600-700 mm god<sup>-1</sup>. U takvim uvjetima ispiru se prosječno 80-100 kg Ca ha<sup>-1</sup> god<sup>-1</sup>, a često i nekoliko puta više, posebice u blizini industrijskih područja s *kiselim kišama*.

U ekstremno kiselim tlima (pH < 4,0) dolazi do izravne toksičnosti vodikovih iona (H<sup>+</sup>), a više biljke ne uspijevaju ispod pH ≤ 3,7. Kad je pH < 5 česta je toksičnost iona Al<sup>3+</sup> i Mn<sup>2+</sup>, a kad je pH > 4,2 toksičnost H<sup>+</sup> iona je neizravne naravi i to putem aktivacije teških metala, ali i uz poremećaj u sastavu "korisne mikroflore", npr., naročito je slaba *nodulacija* leguminoza bakterijama iz roda *Rhizobium* i *Bradyrhizobium*. Temeljem brojnih istraživanja smatra se optimalnim kada je na adsorpcijskom kompleksu tla, ili KIK-u (*kationski izmjenjivački kapacitet* tla) 65-85 % Ca, 5-15 % Mg i 2,0-3,5 % K, a za šećernu repu i većinu leguminoza povoljno je da KIK čini 85 % baza (ne manje od 65 % uz ≥ 70 % Ca) i <15% kiselih iona, pretežito vodika.

Za utvrđivanje potrebe u kalcizaciji kiselih tala koristi se veliki broj različitih kemijskih metoda, a u praksi se vrlo često potreba za kalcizacijom pogrešno utvrđuje samo na temelju pH vrijednosti tla. Pogrešno, jer dva tla koja imaju istu vrijednost pH mogu se znatno razlikovati u veličini adsorpcijskog kompleksa, odnosno sadrže različitu količinu vodikovih i drugih kiselih iona. Zbog toga je pouzdanije određivanje potrebne doze materijala za kalcizaciju pomoću hidrolitičke kiselosti (H<sub>γ</sub> ili potencijalne kiselosti) tla. Kad je H<sub>γ</sub> viša od 4 cmol<sup>(+)</sup> kg<sup>-1</sup> (ili 4 mekv H<sup>+</sup>/100 g tla) tlo treba kalcizirati, a za utvrđivanje potrebne doze Ca-materijala može se primijeniti sljedeći proračun:

$$\begin{aligned}
 1 \text{ cmol}^{(+)}\text{H kg}^{-1} &= 1 \text{ cmol}^{(+)}\text{Ca kg}^{-1} \text{ tla} \\
 &= 20 \text{ mg Ca } 100 \text{ g}^{-1} \text{ tla} \\
 &= 28 \text{ mg CaO } 100 \text{ g}^{-1} \text{ tla} \\
 &= 840 \text{ kg CaO/ha } (1 \text{ ha} = 3.000.000^{-1} \text{ kg do } 20 \text{ cm dubine uz prosječnu gustoću } 1,5 \text{ kg dm}^{-3})
 \end{aligned}$$

Dakle, za svaki cmol<sup>(+)</sup>H kg<sup>-1</sup> potrebno je za neutralizaciju primijeniti 840 kg CaO ha<sup>-1</sup> do dubine od 20 cm.

Kalcizacija ekstremno kiselih tala mora uvažiti i količinu izmjenjivog aluminijske, a jedan od češćih empirijskih proračuna potrebne količine Ca za njegovu neutralizaciju je sljedeći:

$$\text{CaCO}_3 (\text{t ha}^{-1}) = 1,8 \times \left\{ \frac{\text{Al} - \text{ASP} \times (\text{Al} + \text{Ca} + \text{Mg})}{100} \right\}$$

ASP = saturirani Al u % (Al<sub>izm</sub> / KIK × 100)

Al = izmjenjivi Al (u cmol<sup>(+)</sup> Al kg<sup>-1</sup> tla)

Ca i Mg = izmjenjivi Ca i Mg (cmol<sup>(+)</sup> kg<sup>-1</sup> tla)

Potreba za kalcizacijom određuju se često pomoću tablica koje uzimaju u obzir vrijednost izmjenjive reakcije tla, njegov mehanički sastav i tip korištenja tla gdje je biljna vrsta odlučujući čimbenik. Takav pristup je vrlo rizičan jer može izazvati niz pogrešaka i ozbiljnih problema. Naime, kod unosa veće količine materijala za kalcizaciju od potrebne, porast oksidacijskih procesa može prouzročiti izrazit gubitak organske tvari u tlu, sniziti raspoloživosti fosfora i svih mikroelemenata iz grupe teških metala te vrlo brzo dolazi do pada plodnost tla. Također, suvišak kalcija praktično je nemoguće (apsolutno je neisplativo) ukloniti iz tla. S druge strane, prenizak intenzitet kalcizacije, s obzirom na cijenu i kratko vrijeme djelovanja, ekonomski je neisplativ te kalcizaciju treba provesti samo na temelju analize tla.

Tablica 1. Utjecaj kalcizacije na kisela tla

Kiselost tla	pH-H <sub>2</sub> O	Neposredan utjecaj kalcizacije na usjeve	Posredan utjecaj kalcizacije na usjeve
<b>Slabo kiselo</b>	<b>6,5 - 6,1</b>	Nema izravnog utjecaja kalcizacije na većinu usjeva. Parcele čiji je prosječni pH iznad 6,0 mogu imati dijelove gdje je pH ispod 6,0 što će imati utjecaj na povećanje prinosa lucerne i većine drugih leguminoza.	Kalcizacija može poboljšati fizikalna svojstva nekih tala srednje i fine teksture tla. Poboljšana struktura tla može biti od koristiti usjevima sitnog sjemena, npr. uljanoj repici.
<b>Umjereno kiselo</b>	<b>6,0 - 5,6</b>	Poboljšava se nodulacija leguminoza <i>Rhizobium</i> bakterijama, odnosno veće je vezivanje dušika iz atmosfere. Prinosi leguminoznih biljaka su veći.	Kalcizacija će poboljšati fizikalna svojstva nekih tala srednje i fine teksture tla. Veća je bioraspoloživost fosfora i efikasnost fosfornih gnojiva. Povećana je mikrobiološka aktivnost i oslobađanje (mineralizacija) biljnih hranjiva.
Prinos ječma, u prve dvije ili tri godine nakon kalcizacije poraste, a veće povećanje (25-30%) zapaža se u kasnijim godinama. Prinosi pšenice i uljane repice će također biti povećani, ali nešto manje u odnosu na ječam. Prinosi usjeva s većom tolerancijom na kiselu reakciju tla mogu se povećati kao rezultat neizravnih učinaka kalcizacije (kako je gore navedeno).			
<b>Jako kiselo</b>	<b>5,5 - 5,1</b>	Povećana je fiksacija dušika iz atmosfere uz porast prinosa mahunarki. Topljivi aluminij i mangan su svedeni na netoksičnu razinu.	Neizravni učinci su na poboljšanje strukture tla.
Prinosi većine usjeva su povećani kao rezultat smanjene razine aluminija i mangana, a poboljšana je znatno bioraspoloživost fosfora i drugih hranjivih tvari.			
<b>Vrlo jako kiselo</b>	<b>&lt; 5,1</b>	Izravni učinci jednaki su onima navedenim za jako kisela tla (veća N <sub>2</sub> fiksacija i uklanjanje toksičnosti Al i Mn).	Neizravni učinci slični su onima na umjereno kiselim tlima.
Bez kalcizacije vrlo jako kisela tla su neplodna te su prinosi većine usjeva znatno smanjeni. Usjevi tolerantni na kiselu reakciju tla (npr. zob i neke trave) imaju umjereno niži prinos.			

Kalcizacija je vrlo stara agrotehnička mjera (poznavali su ju stari Rimljani) i njezini pozitivni učinci na kiselim tlima dobro su poznati (tablica 1.). Ipak, ona može izazvati drastične promjene u raspoloživosti hraniva, posebice fosfora i teških metala, pa se mora provoditi obazrivo. Mudro je postupno utjecati na podizanje pH vrijednosti tla (efekt kalcizacije na 3 do 4 godine), jer promjena od vrlo kisele do neutralne sredine radikalno mijenja uvjete (biološko-fizičko-kemijska svojstva tla), što onda zahtijeva meliorativne doze mineralnih gnojiva, prvenstveno fosfora i mikroelemenata te unošenje većih količina organskih gnojiva za humizaciju (zbog porasta oksidacijski procesa u tlu i ubrzanog razlaganja organske tvari). To vodi, nakon početnog porasta efektivne plodnosti, u iscrpljivanje tla i pad njegove produktivnosti. Stoga se u razvijenim zemljama može čuti poslovice "*Kalcizacija bogati očeve, a siromaši sinove*".

Općenito, tla čija je izmjenjiva kiselost pH-KCl > 5,5 ne bi trebalo kalcizirati. Kad je pH-KCl 4,5-5,5, potreba za kalcizacijom je umjerena, a kad je pH-KCl < 4,5, kalcizacija je neophodna mjera popravke tala. Također, kad je hidrolitska kiselost tla H<sub>y</sub> < 4 cmol<sup>(+)</sup> kg<sup>-1</sup> kalcizacija nije potrebna.

Kada je na raspolaganju samo podatak o izmjenjivom pH (u KCl), može se koristiti jednostavan, ali manje točan i često nepouzdan izraz za izračunavanje potrebe u kalcizaciji:

$$\text{CaO}_{\text{t ha}^{-1}} = \frac{\text{ciljni pH} - \text{izmjereni pH}}{7 - \text{izmjereni pH}} \times 2,8$$

Primjer: ciljni pH = 6,0, a izmjereni 4,7. tada je potreba  $\text{CaO t ha}^{-1} = (6,0 - 4,7)/(7,0 - 4,7) \times 2,8 = 1,58$ .

Ako koristimo karbokalk dobivenu vrijednost treba pomnožiti s faktorom  $2,286 = 1,58 \times 2,286 = 3,62 \text{ t ha}^{-1}$  karbokalka.

Za proračun potrebe kalcizacije Osječko-baranjske županije (slika 1.) autor ovog teksta koristi kombinirani, empirijsko-egzaktni postupak koji uzima u obzir zasićenost adsorpcijskog kompleksa tla bazama (BS %), pH u KCl-u, hidrolitsku kiselost, volumnu gustoću tla ( $\text{g cm}^{-3}$ ), koncentraciju humusa, ciljnu saturiranost tla bazama (TSB) i dubinu oraničnog sloja (u formuli do 30 cm):

$$\text{Ca}_{\text{t ha}^{-1}} = \frac{\text{TBS \%} - \text{BS \%}}{100.000} \times \text{KIK}_{\text{cmol}^{(+)} \text{ kg}^{-1}} \times 20 \times \rho_v \times 30$$

Prvi korak je procjena vrijednosti KIK-a na temelju analize humusa u tlu i teksturne klase, zatim se izračuna BS % (saturiranost KIK-a bazama Ca, Mg, K i Na u %) iz razlike baznih kationa i kiselih vodikovih iona ( $\text{H}_y$ ).

$$\text{KIK}_{\text{cmol}^{(+)} \text{ kg}^{-1}} = \frac{\text{humus \%} \times \text{F-pH}_i}{100} + \frac{\text{glina \%} \times 65}{100}$$

$$\text{BS \%} = \frac{\text{KIK} - \text{H}_y}{\text{KIK}} \times 100$$

Udjel organske tvari povezan je s visinom KIK-a pomoću faktora  $\text{pH}_i$  jer kiseli humus ima znatno slabiju sorpcijsku moć, dok njegova ciljna zasićenost bazama (TSB %) je povezana s veličinom KIK-a:

F-pH<sub>i</sub> = 175 kad je pH-KCl < 4,5;

F-pH<sub>i</sub> = 225 kad je pH-KCl između 4,5 i 5,5;

F-pH<sub>i</sub> = 275 kad je pH-KCl > 5,5.

KIK = < 19  $\text{cmol}^{(+)} \text{ kg}^{-1}$  tla, TBS je 90 %;

KIK = 20-28  $\text{cmol}^{(+)} \text{ kg}^{-1}$  tla, TBS je 85 %;

KIK = > 28  $\text{cmol}^{(+)} \text{ kg}^{-1}$  tla TBS je 80 %.

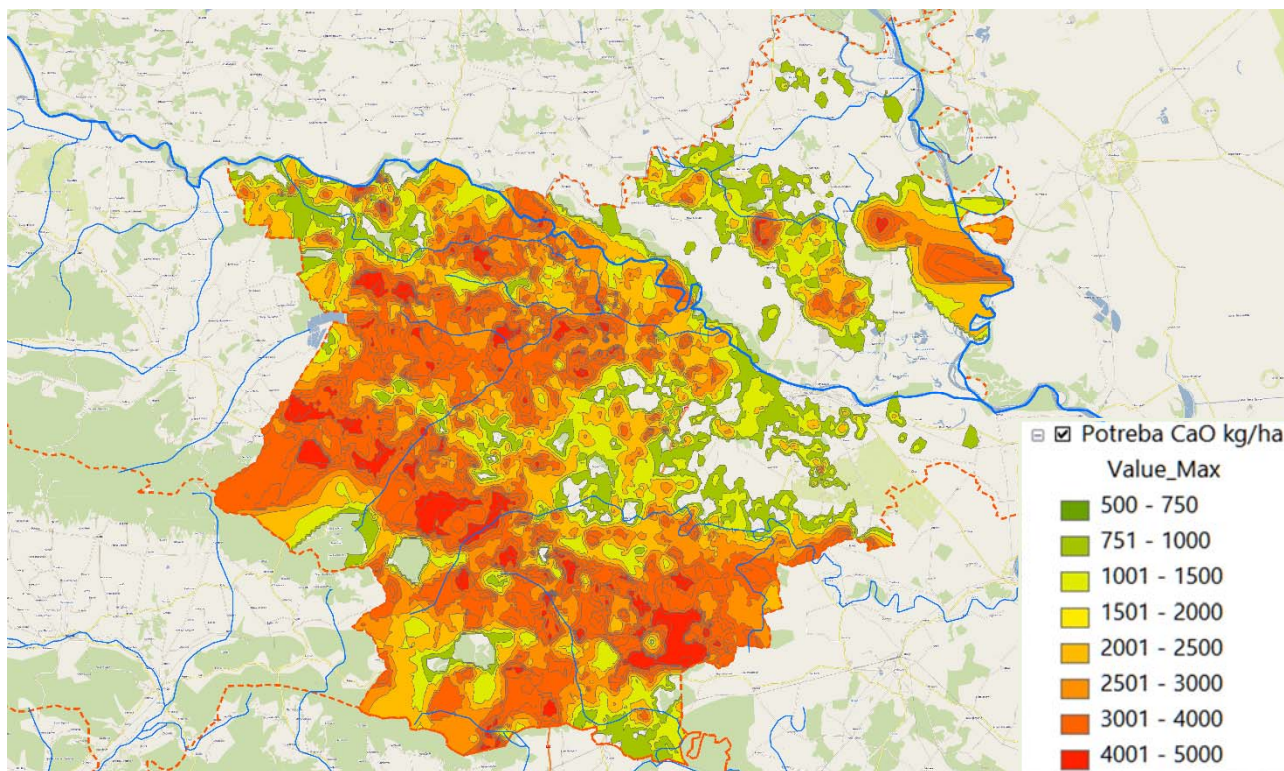
Pri uzimanju uzoraka *feel metodom* (opipom vlažnog tla) procjenjuje se tekstura tla (za trajne nasade se laboratorijski utvrđuje). Hidrolitska kiselost tla se određuje u laboratoriju uvijek kada je pH-KCl  $\leq 6,0$ , a volumna gustoća i sadržaj gline su empirijske veličine (egzaktne utvrđene za potrebu zasnivanja trajnih nasada) izračunate iz teksturne klase na temelju statističke analize velikog broja rezultata egzaktnog određivanja mehaničkog sastava tala.

Izračunata potreba kalcija preračunava se u  $\text{CaO t ha}^{-1}$  množenjem s faktorom 1,4, dok je za  $\text{CaCO}_3 \text{ t ha}^{-1}$  faktor 1,8, a za saturacijski mulj (karbokalk) faktor je  $\sim 1,5$ .

S finoćom mljevenja materijala za kalcizaciju raste i njihova djelotvornost (zbog porasta dodirne površine s česticama tla), dok krupniji materijal ima produženo (višegodišnje) djelovanje i treba ga koristiti za kalcizaciju kod zasnivanja trajnih nasada (tablica 2.).

Tablica 2. Utjecaj krupnoće materijala (promjer čestica u mm i mesh) na učinkovitost kalcizacije

Učinkovitost (%)		Krupnoća čestica	
u 1. godini	nakon 4. godine	mm	mesh
5	15	4,00	5
20	45	2,00	10
50	100	0,50	35
100	100	0,20	60



Slika 1. Karta potrebe kalcijacije ( $\text{Ca t ha}^{-1}$ ) Osječko-baranjske županije (kriging, Bayesian interpolacija temeljem ~30.000 uzoraka, Vukadinović, 2016.)

Nedostatak kalcija kod voćaka (jabuke i kruške) može se spriječiti prskanjem sprejom  $\text{CaCl}_2$  ili  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  kad je temperatura niža od  $27^\circ\text{C}$ . Za jabuke se koristi koncentracija 360 g na 100 litara vode, a za kruške  $\sim 150$  g. Ovakav tretman pomaže i u stakleničkoj, odnosno plasteničkoj proizvodnji rajčice i paprike, jer je u vlažnoj atmosferi nizak intenzitet transpiracije uz slabo premještanje Ca u plodove na kojima nastaju tipične tamne mrlje zbog razgradnje staničnih stjenki.

Za kondicioniranje tla, kod nas se osim kalcijacije (slika 2.) i humizacije ponekad koriste i slijedeći poboljšivači:

Lumbripost (vermikompost, orbig) - organski proizvod dobiven upotrebom gujavica iz organskih otpadaka, najčešće stajnjaka. Koristi se općenito 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.

Gips ( $\text{CaSO}_4$ ) - koristi se kao sulfatno sredstvo za kalcijaciju bez podizanja pH-vrijednosti (često se koristi i kalcijev polisulfid). Također, neutralizira alkalnost tla izazvanu suviškom natrija (posebice  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), poboljšava strukturu (aeraciju i upijanje vode) jer uklanja natrij i zamjenjuje ga s kalcijem na adsorpcijskom kompleksu. Koristi se i kao umjereni zakiseljavač tla. Vapno (kao i karbokalk) ni u kom slučaju ne treba primjenjivati za uklanjanje natrija iz alkalnih tala jer mu je topljivost neznatna iznad pH 7 ( $\sim 100$  puta manja u odnosu prema gipsu) te još više podiže ionako visoku pH-vrijednost tla. Primjenu gipsa dobro je kombinirati s organskom i/ili zelenom gnojibom uz obvezno zaoravanje žetvenih ostataka radi popravke strukture i poroznosti alkalnih tala čime se pospješuje bolje ispiranje natrija. Duboka obrada uz primjenu gipsa često može izazvati još jaču disperziju čestica tla, stoga je način obrade, posebice duboke, dobro testirati na manjoj površini. Umjesto gipsa može se koristiti i fosfogips koji zaostaje kao industrijski otpad u proizvodnji fosfornih gnojiva, odnosno sulfatne kiseline. Njegova niska radioaktivnost ne predstavlja opasnost kad se koristi kao poboljšivač tla.

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

Treset - koristi se prirodni sušeni, 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 (humus 2,6 do 6,0), čini tlo rahlim, toplijim (zbog velike količine organske tvari i

povećanog kapaciteta za zrak uz tamniju boju). Često mu se dodaje  $\text{CaCO}_3$  za smanjivanje kiselosti, zeoliti, perlit ili vermikuliti za povećanje adsorpcijskih svojstava i vezivanje mineralnih oblika hraniva u raspoloživom obliku.

**Malčevi** - malčevi 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. Primjenjuju se različiti organski i anorganski malčevi čija funkcija je vrlo značajna, a ponekad i dekorativna. Naime, malčevi povećavaju retenciju vode, štite tlo od isušivanja, zasjenjuju i zadržavaju rast korova, privlače zemljišne crve, povećavaju temperaturu tla u hladnijem periodu vegetacije, štite nagnuta tla od erozije i sl. Malčevi od prirodnog materijala, osim funkcije prekrivanja tla, razgradnjom oslobađaju hraniva, posebice dušik. To mogu biti vrlo različiti materijali, npr. slama žitarica, sijeno, kora drveta, različiti organski otpaci kao što je lišće i sl. Od anorganskih malčeva najčešće se koriste sintetske folije koje mogu biti crne, dekorativno obojene, prozirne, fotorazgradive, različitog sastava (PVC, polietilen, poliester), permeabilne ili potpuno nepropustljive za vodu i plinove, već prema namjeni. Od anorganskih malčeva mogu se koristiti i mljeveni minerali (granit, vulkanske stijene, šljunak i sl.), najčešće kao dekorativni malčevi u hortikulturi.

Kondicioniranje tla neophodno je i kod tala oštećenih ili degradiranih na druge načine, ne ulazeći u probleme vezane uz degradaciju erozijom. Premda RH ima relativno malo zaslanjenih tala, uglavnom istočni dio Slavonije i Baranje, dolina Neretve i uski obalni pojas Dalmacije i otoka, te površine, uglavnom ugnježdene mozaično unutar većih parcela otežavaju pravovremenu obradu i sjetvu, a znatno utječu i na prosječanu visinu prinosa. Također, problemi salinizacije mogu se pojaviti zbog sve veće aridnosti (promjena klime u pravcu manje količine oborina), kao i u proizvodnja povrća u staklenicima, plastenicima i na navodnjavanim površinama zbog efekta sekundarne salinizacije.

Zaslanjena ili *halomorfna tla* su:

- 1) akutno zaslanjena tla ili solončaci (sadrže  $> 1\%$  soli za kloridno sulfatno zaslanjivanje ili  $> 0,7\%$  za sodno zaslanjivanje i
- 2) alkalizirana tla ili soloneci s  $> 15\%$  iona  $\text{Na}^+$  vezanih na adsorpcijski kompleks tla. Na sreću, RH ima malo halomorfni tala, uglavnom u formi zaslanjivanja manjih dijelova parcele. Međutim, prema FAO/UNESCO ukupne površine halomorfni tala na Zemlji iznose približno 831 miliona ha, a navodnjavanih površina ima 230 miliona ha, od čega je 45 miliona ha zaslanjeno ili izloženo sekundarnom zaslanjivanju. S intenziviranjem navodnjavanja u RH svakako će biti i kod nas sve više zaslanjenih tala, a izvor lako topivih soli može biti:
  - a) **direktan**: voda loše kakvoće za navodnjavanje može dovesti relativno brzo do zaslanjenja i/ili alkalizacije tla i podzemnih voda. Navodnjavanje u Hrvatskoj za sada ne predstavlja problem, jer se radi samo o simboličnim  $\sim 0,3\%$  obradivih površina.
  - b) **indirektan**: sastav pedosfere, posebice primarnih minerala može biti takav da njihovom razgradnjom dolazi do zaslanjivanja.

**Fitotoksični efekti i depresija rasta** su ekološki poremećaj, a posljedica su *degradacije kemijskih značajki tla*. To se posebice odnosi na utjecaj mobilnog *aluminija* na kiselim tlima, kao što su pseudogleji zapadne Hrvatske, te kisela smeđa tla Posavine i Međimurja. Ovoj kategoriji oštećenja pripada i utjecaj rezidua pesticida koji u slučaju predoziranja, naročito na tlima slabe puferne moći, dovode do kontaminacije. Uzročnici ovih pojava spadaju u "difuzne" izvore zagađenja.

**Degradacija bioloških značajki tla** izazvana je ekološki rizičnim zahvatima u intenzivnoj oraničnoj proizvodnji (intenzivna gnojdba, izostanak organske gnojdbje, pretjerano korištenje zaštitnih sredstava, neadekvatna agrotehnika, obrada kod previsoke vlažnosti tla, sabijanje i dr.) što uzrokuje smanjenje brojnosti i aktivnosti žive faze tla (čak i potpuni nestanka kišnih gujavica koje su dobar indikator plodnosti tla). Ispitivanja mikrobiološke aktivnosti tla u Hrvatskoj unazad 40 godina pokazuju pad ukupne biogenosti i poremećeni odnos važnijih fizioloških skupina mikroorganizama. Svaki od tih poremećaja uzrokuje usporenu transformaciju organske tvari (humifikaciju) ili sinteza humusa loše kakvoće. Time se narušava i povoljna struktura tla.

**Infekcija tla patogenim mikroorganizmima** je pojava do koje dolazi kod primjene *svježih gnojovki* sa stočnih farmi na kojima se javljaju bolesti. Nema podataka o takvim infekcijama u našoj zemlji, a uporaba ovih gnojiva zakonski je posebno regulirana.



Slika 2. Kalcizacija (primjena karbokalka ljeti po strništu; *Vukadinović, 2011.*)