

## Agrokemijska svojstva melioriranih krških tala za uzgoj vinove loze

### Sažetak

U priobalnom i otočnom dijelu Republike Hrvatske značajne površine krša obrasle su degradiranom makijom i slabom šumskom vegetacijom. Takva tla predstavljaju potencijal za kultivaciju i melioraciju, kako bi se mogli zasaditi novi nasadi vinove loze. Kultivacija krša podrazumijeva zahtjevne zahvate za pripremu tla pogodnog za uzgoj poljoprivrednih kultura, kao što su čišćenje i uklanjanje nadzemne vegetacije, niveliranje terena, ripanje ili pikamiranje, rigolanje, te mljevenje i usitnjavanje kamena. Krško tlo je tlo u kojem prevladavaju sedimentne stijene – uglavnom vapnenci i rjeđe dolomiti, soli te gips – koje su podložne mehaničkoj i kemijskoj eroziji. Za potrebe proučavanja agrokemijskih svojstava melioriranih krških tala, uzeti su uzorci tla u proizvodnim vinogradima (lokacije na kojima su u periodu 2008-2009. provedene melioracije), na tri različite lokacije; Istarska županija (lokacija okolica Rovinja), Zadarska županija (lokacija Ravni kotari) i Splitsko-dalmatinska županija (lokacija otok Brač). Na svakoj lokaciji uzeta su dva prosječna uzorka tla, sa dubine od 0-30 cm i 30-60 cm, oko 1,0-1,5 kg tla i usitnjene kamene frakcije (nakon što je iz pojedinačnih uzoraka tla izdvojen kamen i kamena frakcija veća od 25 mm). Najveći problem koji se može uočiti nakon 10-tak godina provođenja melioracije krških tala je pojava visoke količine karbonata ( $\text{CaCO}_3$ ), povišene pH vrijednosti ( $\text{pH} > 7,0$ ) i vrlo niske količine biljci pristupačnog fosfora i željeza u tlu. Sa stajališta gnojidbe vinove loze, i ostalih drvenastih kultura na melioriranim krškim tlima, potrebno je naći učinkovita i primjenjiva rješenja za navedene probleme koji negativno utječu na plodnost tla.

**Gljučne riječi:** vinova loza, poljoprivredne melioracije krša, plodnost tla

### Uvod

U priobalnom i otočnom dijelu Republike Hrvatske značajne površine krša obrasle su degradiranom makijom i slabom šumskom vegetacijom. Takva tla predstavljaju potencijal za kultivaciju i melioraciju, kako bi se mogli zasaditi novi nasadi vinove loze. Kultivacija krša podrazumijeva financijski zahtjevne zahvate za pripremu tla pogodnog za uzgoj poljoprivrednih kultura, kao što su čišćenje i uklanjanje nadzemne vegetacije, niveliranje terena, ripanje ili pikamiranje, rigolanje, te mljevenje i usitnjavanje kamena. Melioracija tla je osposobljavanje neplodnoga tla za biljnu proizvodnju poboljšavanjem njegovih svojstava; ispravljanje reljefa te popravljjanje fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava tla. Melioriraju se i tla koja su već u proizvodnji, ali ne osiguravaju stabilan uzgoj poljoprivrednih kultura ili je prinos poljoprivrednih kultura nizak. Priprema krškog terena prvi je korak i osnovni preduvjet za uspješnu realizaciju podizanja nasada vinove loze.

Krško tlo je tlo u kojem prevladavaju sedimentne stijene – uglavnom vapnenci i rjeđe dolomiti, soli te gips – koje su podložne mehaničkoj i kemijskoj eroziji. Smještaj krša (topografija) dijeli se na tri dijela (koja se razlikuju i po obilježjima krša); tropski krš, karijski krš i umjereni krš. Hrvatska krška područja pripadaju tipu krša umjerenih širina (Dinaridi, Alpe, Pirineji, Apalachian gorje, gorja Australije itd.) koji se ističe debelim (i do 8 km) karbonatnim mezozojskim i paleogenskim sedimentima, što uz naglašenu tektonsku razlomljenost utječe na podjednaku zastupljenost horizontalnih i vertikalnih oblika (tipičnih krških speleoloških objekata; škrape, ponikve (vrtače), ponori, krške uvale, polja u kršu, špilje (pećine) i jame (Matas 2009).

Matične stijene su vrlo važan faktor za vrstu i kvalitetu tla. Dominiraju mezozojski vapnenci

<sup>1</sup> dr.sc. David Gluhić, Poljoprivredni odjel Poreč, Veleučilište Rijeka, Karla Huguesa 6, 52 440 Poreč

<sup>2</sup> Paolo Rigo, student, Poljoprivredni odjel Poreč, Veleučilište Rijeka, Karla Huguesa 6, 52 440 Poreč  
Autor za korespondenciju: davidgluhic@yahoo.com

i dolomiti. Njihov postanak od prije nekoliko stotina milijuna godina uvelike utječe na glavne članove pedosfere (tlo) koje u svojoj homogenoj veličini kvalitete čini elementarnu jedinicu prostora. Kvaliteta stijena s obzirom na brzinu trošenja, učestalost stjenovitosti i kamenitosti utječu na svojstva, veličinu i kvalitetu elementarnog areala tla kao bitnog nositelja biljne proizvodnje. U kakvim je reljefnim jedinicama, vrsti i načinu sedimentacije i tektonskim poremećajima nastala elementarna jedinica tla obilježiti će i sama njezina svojstva (Škorić, 1986).

Način trošenja krednih, jurskih i trijaskih vapnenaca i dolomita, te tercijarnih vapnenaca je različit. Različitost pri trošenju i stvaranju rastresitog medija uvjetuje kompleksne građe kombinacija elementarnih jedinica tla u prostoru, pa je time i određena sveukupna vrijednost pedosfernog sloja u krškom reljefu.

Obično tla nastala na čvrstim vapnencima i dolomitima nisu poljoprivredna tla, izuzev crvenica u Istri i Ravnim kotarima, te luvisola, distrično kambičnog tla na dolomitima ogulinsko-plašćanske ploče i dr., gdje je kvaliteta tla najviše određena vanjskom ektomorfološkom kvalitetom (stjenovitost i kamenitost), a to je u korelaciji i s nagibom terena (Bogunović, 1994; Husnjak, 2014).

Velike promjene u kršu, posebno u priobalju učinio je čovjek. On je, boreći se za egzistenciju kroz nedaleku prošlost, krčio kamen, zidao u zidine, izrađivao škrape i terase i uzgajao kulturne vrste. Naravno, promijenio je prostor u vizualnom i kvalitetnom smislu. Danas taj krajobraz ima povijesnu, kulturnu i arheološku vrijednost i ostaje kao trajni spomenik ljudskog rada u tom kraju (Bogunović i Bensa, 2005).

Prema podacima iz geografskog informatičkog sustava tala Republike Hrvatske (Bogunović i sur., 1997) pripadajuća tla izdvajaju se u pet klasa pogodnosti prema FAO kriterijima vrednovanja tala. Pregled površina po klasama pogodnosti posebno za tla pod šumom ili pod poljoprivrednim načinom korištenja daje se u Tablici 1.

**Tablica 1.** Pregled tala prema kategorijama korištenja i klasama pogodnosti krša Hrvatske (Bogunović i sur., 1997)

**Table 1.** The overview of the carst soils of Croatia by the category of use and class of the benefits (Bogunović et al., 1997)

Klasa <i>Class of the benefits</i>	Šuma/Forest		Poljoprivreda/ Agriculture land		Ukupno/Total	
	ha	%	ha	%	ha	%
<b>P – 1</b> <b>Tla dobre pogodnosti/</b> <i>Good suitability soils</i>	670,6	0,1	11.531,4	0,8	12.202,0	0,5
<b>P – 2</b> <b>Tla umjerene pogodnosti/</b> <i>Limited suitability soils</i>	46.958,7	3,6	110.994,3	7,9	157.953,0	5,8
<b>P – 3</b> <b>Tla ograničene pogodnosti/</b> <i>Very limited suitability soils</i>	201.809,8	15,6	349.864,9	24,8	551.674,6	20,4
<b>N – 1</b> <b>Privremeno nepogodna tla/</b> <i>Temporarily unsuitability soils</i>	16.156,0	1,2	77.703,3	5,5	93.589,3	3,5
<b>N – 2</b> <b>Trajno nepogodna tla/</b> <i>Permanent unsuitability soils</i>	1.027.287,0	79,5	858.427,0	60,9	1.885.714,0	69,8
<b>Ukupno/Total</b>	1.292.882,1	100,0	1.408.520,9	100,0	2.701.403,0	100,0



Treba istaknuti da na području krša u Hrvatskoj ima najmanje tala prve (P-1) klase pogodnosti, jer zbog specifičnih agroekoloških uvjeta ima najmanje mogućnosti da nastanu tako duboka ilovasta tla tipa fluvisola i kolvija. Površine ovih tala iznose svega 0,5% od ukupnog krša ili svega 122 km<sup>2</sup>.

P-2 klasu pogodnosti čine najvećim dijelom duboke crvenice. Crvenice su mediteranska crvena tla teže teksture, poliedrične strukture i vrlo povoljnih vodozračnih odnosa. U ovu klasu pogodnosti ubrajaju se i eutrično smeđe tlo na flišu ili laporu, hidromeliorirana tla teže teksture i kolvijalno skeletoidna i duboka tla tipa kalkokambisola. Površina tala ove klase iznosi 1.579 km<sup>2</sup>, što čini 5,8% krša u Hrvatskoj.

P-3 klasu pogodnosti čine skupine tala koje imaju ograničenja u prirodnoj proizvodnoj pogodnosti za ratarske i drvenaste kulture. To su tla ograničena zbog manje dubine, te pojave stjenovitosti i kamenitosti, većeg nagiba i kiselosti. Površina tala ove klase od obradivih je najveća i iznosi 5.517 km<sup>2</sup>, što čini 20,4% od ukupnog krša.



**Slika 1.** Vinogradi na melioriranom krškom tlu

**Figure 1.** Vineyards on meliorated karst soil

Izvor: autori, 2018/Source: authors, 2018

Melioracije se dijele na hidrotehničke, kulturnotehničke i agromelioracije. Ako u tlu postoji štetni višak vode, prvo se provode hidrotehničke melioracije. Pri melioraciji novih površina, nakon hidrotehničkih zahvata provode se kulturnotehnički zahvati, a zatim agromelioracijski zahvati. Kulturno-tehničke melioracije obuhvaćaju krčenje šuma i šikara, vađenje panjeva, zemljane radove radi stvaranja pogodne konfiguracije tla (npr. izgradnja terasa na nagnutim terenima) i sl. Poseban je oblik kulturnotehničkih melioracija podizanje vjetrobrana (poljozaštitnih šumskih pojasa) (Bogunović i sur., 1997).

Tla na kršu su veoma heterogena i nejednolična u pogledu stupnja erodiranosti i dubine tla, a kao posljedica različitih čimbenika. Na relativno maloj udaljenosti slika o izgledu krša se mijenja. Da bi se dobio cjelovit uvid u profil krša prilikom istražnih radova za eventualnu eksploataciju odgovarajućim višegodišnjim vrstama, treba snažnim traktorskim plugovima otvoriti brazde do dubine rigolanja. Tek nekoliko uzastopnih brazda omogućiti će plugu rigoleru prodor u traženu dubinu tla. Rigolanje istraživačkog karaktera razbija, premješta i lomi gromade vapnenca i otkriva sitno tlo i njegovu zastupljenost. Isto se može učiniti bagerima.

Međutim, iskop pedoloških jama za ovu svrhu ne mogu pružiti dobar uvid u stvarni profil tla i u odnos sitnog tla i kamena. Na kršu je vrlo efikasna mjera ripanje. Njegova funkcija razbijanja, odvajanja i lomljenja gromada vapnenca u dubljim slojevima omogućuje lakši i kvalitetniji rad traktora rigolera koji dolazi iza njega. Ripanje ne može zamijeniti agrotehničku mjeru rigolanja-dubokog oranja, prvenstveno radi nemogućnosti uklanjanja ostataka podzemne vegetacije. Rigolanje je veoma važna agrotehnička mjera koja ima agromeliorativno i hidromeliorativno značenje. Mehaničkom obradom, rigolanjem tla, mijenjaju se strukturna svojstva, jer se lome i premještaju strukturni agregati, tako da među njima ostaju veće ili manje šupljine. Povećava se aeracija i kapacitet tla za zrak, vodopropusnost, poboljšavaju se toplinska svojstva tla, aktivira se mikrobiološki život u tlu povoljnim djelovanjem na zračne prilike tla te se dubokim prorađivanjem omogućuje se duboko ukorijenjavanje i akumulacija korisne vlage u tlu (Bogunović i sur., 1997).

#### *Dosadašnji rezultati melioracije krških tala u Hrvatskoj*

Vlada RH je u travnju 2007. godine na Hvaru započela nacionalni program "Melioracija krša" te je bilo planirano do 2012. godine 3.000 hektara krša u priobalju i na otocima pretvoriti u plodno tlo i iskoristiti za podizanje trajnih mediteranskih kultura, masline, loze, pa čak i smokve. Do kraja 2008. godine iz SAD-a su nabavljene ukupno tri drobilice "terrain leveler T855", kao i tri posebna traktora "case magnum", te je osnovana tvrtka „Terra Forte“ d.o.o. (Slobodna Dalmacija, Melioracija krša: Obradeno tek sedmina terena, <https://www.slobodnadalmacija.hr/novosti/hrvatska/clanak/id/44377/melioracija-krsa-obradena-tek-osmina-kamenitog-terena>).



**Slika 2.** Terrain Leveler T855 drobilica kamena

**Figure 2.** Terrain Leveler T855 stone crusher, Izvor/Source: <https://www.vermeer.com>

Za potrebe projekta, definiran je cjenik usluga; korištenje 50-tonske drobilice osam kuna/m<sup>2</sup>, a traktora od tri do šest kuna/m<sup>2</sup>, ovisno o tome radi li se o jednom ili dva prolaza, te je li prije toga korišten "terrain leveler". Korisnici 30 posto obveza podmiruju avansno, a 70 posto nakon završetka posla, ili pak mjesečno ako se na većim parcelama mora raditi dulje. Prema navedenoj kalkulaciji, melioracija krša po hektaru okvirno je iznosila 130.000 kuna. Od tada je,



od najavljenih 3.000 hektara, u plodne površine, do 2009. godine izmrvljeno tek 400 hektara krša, te se zbog nedostatka novčanih sredstava, odnosno odgovarajuće državne potpore u melioraciji krša (tvrтка „Terra Forte“ d.o.o. ugašena je 2014. godine), uglavnom melioriraju manje površine od 1-10 ha.

U tablici 2. prikazani su podaci o melioriranim površinama krša i kulturama (prema javno dostupnim izvorima; navode se samo nekoliko većih projekata melioracije krša).

**Tablica 2.** Prikaz melioriranih površina krša (djelomični prikaz podataka) (Rigo, 2018)  
**Table 2.** Summary of ameliorated surface of Croatian karst region (partial data) (Rigo, 2018)

Lokacija/Location	Investitor/Vlasnik Investor / owner	Kultura/Površina Culture / area
Lumbarda, Korčula	OPG Zure	Vinova loza/vine, 10 ha
Vlačine, Zadar	Maraska d.d.	Višnja maraska/ cherry maraska, 212 ha
Korlat, Benkovac	Badel 1862 d.d.	Vinova loza/vine, 103 ha
Polača, Zadar	PZ Masvin	Maslina/olive, vinova loza/vine, smokva/fig, 40 ha
Benkovac	OPG Bačić	Vinova loza/vine, 18 ha
Brač	Stina vino d.o.o.	Vinova loza/vine, 55 ha
Kaštel Lukšić	Braniteljska zadruga „Tvrda Stina“	Smokva/fig, vinova loza/vine, maslina/olive, 12 ha
Baška Voda, Makarska	Zlatan otok d.o.o.	Vinova loza/vine, 75 ha
Jadrtovac, Šibenik	Vinoline d.o.o.	Vinova loza/vine, 68 ha
Komarna, Opuzen	Vina Terra madre d.o.o.	Vinova loza/vine, 17 ha
Komarna, Opuzen	Vinarija Rizman d.o.o.	Vinova loza/vine, 22 ha

Danas, nakon 10-tak godina od početka projekta melioracije krša, u primorskom dijelu Hrvatske meliorirano je oko 600-700 ha na kojem se uglavnom uzgaja vinova loza, maslina i nešto manje smokva. Osim po ukupnoj površini, postoji velika raznolikost melioriranih površina, te se navedene površine uglavnom mogu razlikovati po sljedećim parametrima:

Postotak tla/kamene frakcije u melioriranom tlu

Veličina/prosječna usitnjenost kamene frakcije u melioriranom tlu

Dubina radnog zahvata kod melioracije tla

Nagib terena i sklonost eroziji vodom i vjetrom

Dodatne investicije u sustav natapanja vinograda

Positivan primjer dodatne investicije u sustav natapanja su meliorirane površine na lokaciji Polača (PZ Masvin) gdje je izvršeno dodatno ulaganje u površinsku akumulaciju vode i bušenje dodatnih podzemnih izvora vode, kako bi se osigurale dovoljne količine vode za natapanje nasada vinove loze, masline i smokve tijekom ljetnih mjeseci. Jedan od važnijih aspekata upravljanja proizvodnjom na melioriranim tlima je i pravilno gospodarenje plodnosti tla, primjenom različitih zahvata gnojdbje prilikom melioracije tla i tijekom eksploatacije novih nasada.



**Slika 3.** Primjer uspješnog uzgoja vinove loze na melioriranim krškim tlima (lokalcija Korlat, Benkovac)

**Figure 3.** An example of successful vineyards on meliorated karst soils (location Korlat, Benkovac)  
Izvor/source: autori/authors

### Materijali i metode rada

Za potrebe proučavanja agrokemijskih svojstava melioriranih krških tala, uzeti su uzorci tla u proizvodnim vinogradima (lokacije na kojima su u periodu 2008-2009. provedene melioracije), na tri različite lokacije; Istarska županija (lokacija okolica Rovinja), Zadarske županija (lokacija Ravni kotari) i Splitsko-dalmatinska županija (lokacija otok Brač). Na svakoj lokaciji su uzeta dva prosječna uzorka tla, na dubini od 0-30 cm i 30-60 cm, oko 1,0-1,5 kg tla i usitnjene kamene frakcije (nakon što je iz pojedinačnih uzoraka tla izdvojen kamen i kamena frakcija veća od 25 mm).

Uzorci tla su analizirani u Laboratoriju za tlo tvrtke Inspecto d.o.o. iz Osijeka, te su utvrđene vrijedosti za glavne analitičke parametre:

pH vrijednost tla (u vodi i KCl-u)

količina organske tvari u tlu

količina biljci pristupačnog fosfora ( $P_2O_5$ ) i kalija ( $K_2O$ )

količina ukupnih karbonata u tlu ( $CaCO_3$ )

količina mikroelemenata u tlu (Fe, Mn, Zn, B, Cu) – za lokaciju Rovinj i Ravni kotari

Rezultati i rasprava

Rezultati agrokemijskih analiza uzoraka tla, za svaku pojedinačnu lokaciju, prikazani su u slijedećim tablicama (Tablica 4, 5, 6, 7 i 8).

**Tablica 4.** Analitičko izvješće uzorka tla na lokaciji Rovinj (pH, količina organske tvari i makroelementi)

**Table 4.** Analytical report of soil sample at Rovinj location (pH, amount of organic matter and macro elements)

Parametar <i>Parameter</i>	Optimalna vrijednost/ <i>Optimal value</i>	Uzorak 1/ <i>Sample 1</i>	Uzorak 2/ <i>Sample 2</i>
pH (u H <sub>2</sub> O)	6,5-7,0	7,44	7,92
pH (u KCl)	6,0-6,5	6,23	7,08
Humus/Organic matter (%)	3,0-5,0	2,28	6,67
Fosfor/Phosphorus (mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100g tla)	11-25	3,60	1,40
Kalij/Potassium (mg K <sub>2</sub> O /100g tla)	14-25	28,10	29,70
Sadržaj karbonata/Total lime (% CaCO <sub>3</sub> )	< 30	0,51	2,21

**Tablica 5.** Analitičko izvješće uzorka tla na lokaciji Rovinj (mikroelementi)/Table 5. Analytical report of soil sample at Rovinj location (microelements)

Parametar <i>Parameter</i>	Optimalna vrijednost/ <i>Optimal value</i>	Uzorak 1/ <i>Sample 1</i>	Uzorak 2/ <i>Sample 2</i>
B (µg /g tla)	0,5-1,0	0,28	0,24
Fe (µg /g tla)	25-50	-	19,38
Mn (µg/g tla)	25-50	-	71,58
Zn (µg/g tla)	5-10	-	4,51
Cu (µg/g tla)	<20	-	6,55

**Tablica 6.** Analitičko izvješće uzorka tla na području Ravni kotari (pH, organska tvar i makroelementi)

**Table 6.** Analytical report of soil sample at Ravni kotari location (pH, amount of organic matter and macro elements)

Parametar <i>Parameter</i>	Optimalna vrijednost/ <i>Optimal value</i>	Uzorak 1/ <i>Sample 1</i>	Uzorak 2/ <i>Sample 2</i>
pH (u H <sub>2</sub> O)	6,5-7,0	8,04	8,31
pH (u KCl)	6,0-6,5	7,12	7,75
Humus/Organic matter (%)	3,0-5,0	4,41	2,81
Fosfor/Phosphorus (mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100g tla )	11-25	1,10	10,40
Kalij/Potassium (mg K <sub>2</sub> O /100g tla)	14-25	50,0	20,60
Sadržaj karbonata/ Total lime (% CaCO <sub>3</sub> )	< 30	66,6	66,62

**Tablica 7.** Analitičko izvješće uzorka tla na području Ravni kotari (mikroelementi)  
**Table 7.** Analytical report of soil sample at Ravni kotari location (microelements)

Parametar <i>Parameter</i>	Optimalna vrijednost/ <i>Optimal value</i>	Uzorak 1/ <i>Sample 1</i>	Uzorak 2/ <i>Sample 2</i>
<b>Bor (µg /g tla)</b>	0,5-1,0	0,34	0,50
<b>Fe (µg /g tla)</b>	25-50	11,30	12,20
<b>Mn (µg/g tla)</b>	25-50	17,96	21,80
<b>Zn (µg/g tla)</b>	5-10	2,98	10,34
<b>Cu (µg/g tla)</b>	<20	17,40	34,40

**Tablica 8.** Analitičko izvješće uzorka tla na lokaciji otok Brač (pH, organska tvar i makroelementi)

**Table 8.** Analytical report of soil sample at island Brač location (pH, amount of organic matter and macro elements)

Parametar <i>Parameter</i>	Optimalna vrijednost/ <i>Optimal value</i>	Uzorak 1/ <i>Sample 1</i>	Uzorak 2/ <i>Sample 2</i>
<b>pH (u H<sub>2</sub>O)</b>	6,5-7,0	8,54	8,75
<b>pH (u KCl)</b>	6,0-6,5	7,70	8,02
<b>Humus/Organic matter (%)</b>	3,0-5,0	3,27	2,32
<b>Fosfor/ Phosphorus (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g tla )</b>	11-25	6,8	4,9
<b>Kalij/Potassium (mg K<sub>2</sub>O /100g tla)</b>	14-25	85,30	57,8
<b>Sadržaj karbonata/ Total lime (% CaCO<sub>3</sub>)</b>	< 30	3,18	52,52

#### *pH vrijednost tla i ukupna količina karbonata u tlu*

Kod melioracije krških tala vrši se mehaničko usitnjavanje matične stijene, vapnenca, te je na svim lokacijama očekivano izmjerena visoka količina karbonata u tlu. I time, utjecaj i negativni utjecaj na visoki pH tla. Međutim, na lokaciji Rovinj gdje nije bilo intenzivnog usitnjavanja matične stijene, djelovanjem kiše, došlo je do ispiranja sitnih vapnenačkih čestica u dublje slojeve tla, te na tim lokacijama nisu izmjerene visoke pH vrijednosti u tlu, u zoni rasta korijena vinove loze. Stoga je intenzitet usitnjavanja (koji ovisi o tehničkih karakteristikama drobilice) vrlo važan radni parametar, koji će nedvojbeno utjecati na količinu ukupnih karbonata u tlu, i time na pH vrijednosti tla.

#### *Količina organske tvari u tlu*

Količina organske tvari u tlu je uglavnom u optimalnim vrijednostima, te je samo na jednoj lokaciji izmjerena količina veća od 5% organske tvari u tlu. Za uspješan rast i razvoj vinove loze na melioriranim krškim tlima, organska tvar u tlu je vrlo važna, jer pozitivno utječe na plodnost tla, smanjuje negativni učinak viška karbonata u tlu, i povećava otpornost na sušu i nedostatak vode. Stoga bi u planiranju gnojidbe takvih nasada, organska gnojidba trebala imati vrlo važno mjesto. Najčešće će to biti peletirana stajska gnojiva ili organsko-mineralna gnojiva koja se lako i učinkovito mogu primijeniti površinskim rasipачima na takvim tlima. U nasadim gdje postoje



i sustavi za natapanje moguće je primijeniti i tekuće huminske kiseline, kroz sustav natapanja.

#### *Količina makroelemenata u tlu*

Na svim lokacijama izmjerene su niske količine biljci pristupačnog fosfora u tlu, sa vrlo niskim vrijednostima. Stoga u planovima gnojidbe za uzgoj vinove loze na melioriranim krškim tlima, treba posebno voditi računa o gnojidbi fosforom. Iako je kod pripreme tla, izvršena meliorativna gnojidba kombinacijom fosfornih i kalijevih gnojiva (uglavnom formulacija NPK 7:20:30 ili PK 20:30), količina, biljci pristupačnog fosfora u tlu je i dalje niska. Jedan od glavnih problema je svakako visoka količina karbonata u tlu, i proces nastajanja netopivih kalcijevih fosfata nakon primjene fosfornih gnojiva u meliorativnoj gnojidbi.

Za razliku od količine fosfora u tlu, količine kalija su zadovoljavajuće, i uglavnom vrlo visoke. Na jednoj lokaciji (otok Brač) izmjereno je vrlo visokih 85,30 mg  $K_2O/100$  grama tla. Iako je vinova loza, kultura koja zahtjeva visoke količine kalija, preporuča se razinu kalija održavati u rasponu od 20-25 mg  $K_2O/100$  grama tla. Ukoliko su količine kalija u tlu vrlo visoke, mogu se očekivati problemi u usvajanju magnezija iz tla, također vrlo važnog elementa za rast i razvoj vinove loze i ostalih drvenastih kultura. Simptomi nedostatka magnezija na listu vinove loze prikazani su na slici 4.



**Slika 4.** Nedostatak magnezija (Mg) kod uzgoja vinove loze na melioriranim krškim tlima sa visokom količinom karbonata ( $CaCO_3$ ) i kalija (K) u tlu

**Figure 4.** Deficiency of magnesium (Mg) in vine leaves on meliorated karst soils with high levels of total lime ( $CaCO_3$ ) and potassium (K) in soil

#### *Količina mikroelemenata u tlu*

Prema rezultatima analiza, tri mikroelemenata koja se najčešće javljaju u niskim količinama su željezo (Fe), cink (Zn) i bor (B). Kako je primjena mikroelemenata u tlo vrlo skup zahvat, preporuča se redovna folijarna gnojidba gnojivima na bazi mikroelemenata. Optimalno bi bila primjena 4x tijekom vegetacije; početak vegetacije, prije cvatnje, nakon cvatnje i tijekom rasta i razvoja bobica. Iznimno, na lokacijama gdje je količina mikroelemenata vrlo niska, potrebno je izvršiti folijarnu gnojidbu mikroelementima nakon berbe grožđa. Visoka količina bakra (Cu) izmjerena je samo na jednoj lokaciji, ali je svakako potrebno voditi računa o količinama bakra koje se koriste u zaštiti vinove loze (anorganski oblici bakra), jer postoji opasnost od kontaminacije tla bakrom. Bakar je u strogom antagonizmu s ionom željeza u tlu, pa uz visoki pH i visoke količine karbonata u tlu, željezo vrlo brzo može postati kritičan element u gnojidbi vinove loze na melioriranim krškim tlima (Fregoni, 2006). Za smanjenje količine bakra, jedna od mogućnosti je primjena novih bakrenih gnojiva, koje sadrže bakar u organskom obliku (Cu-glukonat), koji zbog sistemičnog učinka daje zadovoljavajući efekt i pri manjim dozama primjene i nema opasnosti od ispiranja kišom u tlo (Fregoni, 2006).

## Zaključak

Vinogradarstvo i proizvodnja vina u Hrvatskoj je stoljetna tradicija i predstavlja važnu gospodarsku granu. Za ekonomski isplativu proizvodnju vina, osim klimatskih uvjeta, potrebni su i veći zemljišni kompleksi. Kako je većina poljoprivrednih površina u primorskom dijelu Hrvatske usitnjena, mogućnosti za širenje vinogradarske proizvodnje dosta su ograničene. Jedan od mogućih resursa za širenje vinogradarskih površina su meliorirana krška tla. Međutim, radi se o vrlo složenim zahvatima, kako u financijskom smislu, tako i u agrotehničkom, u pripremi tla i održavanju vinograda nakon sadnje. Nakon 10-tak godina provođenja melioracije krških tala u obalnom području Hrvatske uočeno je više agrotehničkih problema, od kojih se u segmentu agrokemijskih svojstava posebno ističu pojava visoke količine ukupnih karbonata u tlu, povišene pH vrijednosti i vrlo niske količine biljci pristupačnog fosfora i željeza u tlu. Sa stajališta gnojidbe vinove loze, i ostalih drvenastih kultura na melioriranim krškim tlima, potrebno je naći učinkovita i primjenjiva rješenja za navedene probleme koji negativno utječu na plodnost tla i time ostvariti zadovoljavajući prinos i kvalitetu grožđa za proizvodnju vina.

## Literatura

- Bogunović, M. (1994) Značajke nekih elementarnih areala tla na kršu gorske Hrvatske. *Poljoprivredna znanstvena smotra*, 59 (1), 31-40.
- Bogunović, M., Bensa, A. (2005) Tla krša - temeljni čimbenik biljne proizvodnje. U: Biondić, B., Božičević, J., ur. *Zbornik radova Hrvatski krš i gospodarski razvoj*. Gospić/Zagreb: Centar za krš, 41-50.
- Bogunović, M., Vidaček, Ž., Racz, Z., Husnjak, S., Sraka, M. (1997) Namjenska pedološka karta Republike Hrvatske i njena uporaba. *Agronomski glasnik*, 59 (5-6), 363-399.
- Fregoni, M. (2006) *Viticultura di qualita*. Bologna, Italia: Tecniche Nuove.
- Husnjak, S. (2014) *Sistematika tala Hrvatske*. Zagreb: Hrvatska sveučilišna naklada.
- Matas, M. (2009) *Krš Hrvatske; geografski pregled i značenje*. Zagreb: Geografsko društvo.
- Rigo, P. (2018) *Agrokemijska svojstva melioriranih krških tala za uzgoj vinove loze*. Završni rad, Poreč: Veleučilište u Rijeci, Poljoprivredni odjel.
- Skorić, A. (1986) *Postanak, razvoj i sistematika tla*, Zagreb: Fakultet poljoprivrednih znanosti.

Prispjelo/Received: 22.11.2018.

Prihvaćeno/Accepted: 6.5.2019.

Professional paper

## Agrochemical properties of ameliorate karst soils for vine growing

### Abstract

*In the coastal and island parts of the Republic of Croatia, significant karst surfaces are covered with degraded macaque and poor forest vegetation. Such soils represent potential for cultivation and amelioration, in order to plant vineyards. Karst cultivation implies demanding procedures for the preparation of soil suitable for the cultivation of agricultural crops, such as cleaning and removing forest vegetation, leveling, ripening or squeezing, grinding, milling and grinding of stone. Karst soil is a soil dominated by sedimentary rocks - mostly limestone and less frequent dolomites, salts and gypsum - which are subject to mechanical and chemical erosion. For the purposes of studying the agrochemical properties of ameliorated karst soils, soil samples were taken from production vineyards (locations where amelioration was carried out in 2008-2009), in three different locations; Istria County (location near Rovinj), Zadar County (location Ravni kotari) and Split-Dalmatia County (location on island Brač). Two average soil samples were taken at each site on two depths, 0-30 cm and 30-60 cm, about 1.0-1.5 kg of soil and milling stone fraction (after separating the stone fraction with diameter of 25 mm or more, from the individual soil samples). The biggest problem that can be noticed after 10 years after amelioration is the evident high levels of carbonate (CaCO<sub>3</sub>), elevated pH values (pH>7.0) and very low levels of available phosphorus and iron in the soil. From the point of view of fertilization of grapevine, and other fruit cultures in ameliorated karst soils, it is necessary to find effective and applicable solutions to these problems which negatively affect soil fertility.*

**Key words:** vine, agricultural amelioration of karst, soil fertility