



Republika Srbija
Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede

Institut za ratarstvo i povrtarstvo,
Institut od nacionalnog značaja za
Republiku Srbiju, Novi Sad

Centar za vinogradarstvo i vinarstvo Niš

VODIČ

KARAKTERIZACIJA ZEMLJIŠTA RASINSKOG OKRUGA ZA OPTIMALNI IZBOR LOZNIH PODLOGA VINSKIH SORTI VINOVE LOZE



Republika Srbija
Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede



Institut za ratarstvo i povrtarstvo,
Institut od nacionalnog značaja za Republiku
Srbiju, Novi Sad



Centar za vinogradarstvo i vinarstvo Niš
Regionalni centri u Beogradu, Aleksandrovcu,
Kruševcu i Nišu

VODIČ

KARAKTERIZACIJA ZEMLJIŠTA RASINSKOG OKRUGA ZA OPTIMALNI IZBOR LOZNIH PODLOGA VINSKIH SORTI VINOVE LOZE

Izradu ovog vodiča obezbedilo je Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede u okviru Programa za raspodelu podsticaja za unapređenje sistema kreiranja i prenosa znanja kroz razvoj tehničko-tehnoloških, primenjenih, razvojnih i inovativnih projekata u poljoprivredi i ruralnom razvoju u 2021. godini. Ovaj vodič je izrađen u okviru projekta „Utvrdjivanje kvaliteta zemljišta Rasinskog okruga kao osnove za izbor odgovarajućih loznih podloga za podizanje vinograda namenjenih proizvodnji vinskog grožđa“.

2022. godina

VODIČ
KARAKTERIZACIJA ZEMLJIŠTA RASINSKOG OKRUGA ZA OPTIMALNI
IZBOR LOZNIH PODLOGA VINSKIH SORTI VINOVE LOZE

UREDNIK

Dr Darko JAKŠIĆ

AUTORI / PROJEKTNI TIM

Centar za vinogradarstvo i vinarstvo Niš,
regionalni centri u Beogradu, Aleksandrovcu,
Kruševcu i Nišu

Institut za ratarstvo i povrtarstvo,
Institut od nacionalnog značaja za Republiku
Srbiju, Novi Sad

Dr Darko JAKŠIĆ

Dipl. inž., master – Ivan BRADIĆ

Dr Veljko PEROVIĆ*

Dipl. inž., master – Milan BEADER

Dipl. inž., master – Miloš RISTIĆ

* Institut za biološka istraživanja „Siniša
Stanković“ – Institut od nacionalnog značaja za
Republiku Srbiju, Univerzitet u Beogradu

Dr Jordana NINKOV

Dr Jovica VASIN

Dr Stanko MILIĆ

Dr Snežana JAKŠIĆ

Dipl. inž., master – Milorad ŽIVANOV

RECENZENTI

Prof. dr Vesna MARAŠ, Univerzitet Donja Gorica Podgorica, Fakultet za prehrambenu tehnologiju,
bezbjednost hrane i ekologiju

Dr Elmira SALJNIKOV, naučni savetnik, Institut za zemljište, Beograd

Prof. dr Dragoslav IVANIŠEVIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet

Lektura: dipl. filol. Zlatica Đokić Katanić

Izrada mapa: dipl. inž. - master Ivan Bradić, dr Veljko Perović, dr Darko Jakšić, Štefan Hansman

Fotografije: dr Stanko Milić, dr Jordana Ninkov, dr Darko Jakšić, dipl. inž. - master Miloš Ristić

Naslovna strana: dipl. inž., master – Miloš Ristić

Izdavač: Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju,
Novi Sad u saradnji sa „Centrom za vinogradarstvo i vinarstvo“ D. O. O. Niš

IZ RECENZIJE

Monografija predstavlja značajno dijelo, s obzirom na to da je zasnovana na aktuelnoj temi adekvatne primjene podloga vinove loze u skladu s prisutnim različitim faktorima *terroir*-a. Aktuelne klimatske promjene, koje prouzrokuju izmjene uslova za uspješno gajenje vinove loze i proizvodnju visokokvalitetnih vina se upravo mogu značajno prevazići korišćenjem rezultata istraživanja i mapa predstavljenih u monografiji. Osim toga, pogrešan izbor podloga ne može se ispraviti nakon sadnje vinograda, a pošto podizanje vinograda iziskuje visoka ulaganja, naučna istraživanja predstavljena u monografiji izuzetno su aktuelna i primenjiva.

Prof. dr Vesna Maraš

Uspostavljanje produktivnog vinograda zahteva mnogo godina, pa zbog toga s velikom pažnjom treba razmotriti izbor odgovarajućih podloga vinove loze za svaki lokalitet, odnosno vinogradarsko mikropodručje. Najveći doprinos ove publikacije jeste da je ovakav vid rejonizacije vinogradarskih područja na osnovu podloga vinove loze sproveden prvi put u Srbiji. Publikacija ima izvanredan značaj za uspešnu proizvodnju grožđa i vina u Rasinskom okrugu, a primenjena metodologija može poslužiti kao primer za ostala područja u Srbiji.

Dr Elmira Saljnikov

S obzirom na to da je problematika primene podloga vinove loze kompleksno pitanje koje zavisi i od sorti i konkretnih mikroslova na kojima se podižu vinogradi, autori su oprezno modelovali klasifikaciju područja kao potencijalno preporučena, naglašavajući neophodnost uzorkovanja i analiza zemljišta na konkretnim parcelama, kao i neophodnost istraživanja podloga po pitanju sorti, planiranih agrotehničkih i ampelotehničkih mera i namene grožđa. U skladu s tim, realizovane analize, istraživanja, modelovanje i prostorno predstavljeni podaci dodatno povećavaju aktuelnost ovog naučnog rada i stvaraju neophodnu, odličnu osnovu za dalja detaljna istraživanja na konkretnim lokalitetima, odnosno parcelama na kojima će se podizati vinogradi.

Prof. dr Dragoslav Ivanišević

PREDGOVOR

Proizvodnja kvalitetnog grožđa i visokokvalitetnog vina tipičnog za određeno vinogradarsko područje, temelji se na ekološkim, odnosno abiotičkim i antropogenim faktorima terroir-a. Ovaj proces započinje optimalnim korišćenjem zemljišta, a sve u skladu s konkretnim, odnosno lokalnim uslovima sredine. Budući da je vinova loza višegodišnja, dugovečna biljka, optimalno korišćenje zemljišta u vinogradarstvu je posebno važno u cilju dobijanja stabilnih prinosa i grožđa odgovarajućeg kvaliteta. S obzirom na to da ova plemenita biljka razvija moćan korenov sistem, zemljišnim uslovima mora se pristupiti planski. Iz tog razloga, pri podizanju vinograda, veoma je važno optimizovati sve neophodne uslove uređenja zemljišta za gajenje, počevši od drenaže zemljišta, đubrenja, protiverozionih mera, kalcizacije, pa sve do izbora odgovarajuće sorte i (često zaboravljene) podloge vinove loze.

Izbor lozne podloge, zajedno sa sortom vinove loze kao antropogenog faktora terroir-a, zasniva se na konkretnim karakteristikama abiotičkih faktora terroir-a vinogradarskih mikropodručja, agrobiološkim svojstvima nakalemjenih sorti i drugim ljudskim faktorima uključujući i zahteve tržišta. Lozne podloge su osnov i za prilagođavanje, dugovečnost i opstanak neke sorte plemenite loze u određenom vinogradarskom području ili na konkretnom lokalitetu. Tako smo, na svu sreću, svedoci očuvanja skoro stogodišnjih vinograda i pojedinačnih biljaka vinove loze naše sorte prokupac u Župskom vinogorju koji opstaju na loznoj podlozi Rupestris du Lot (Rupestris Monticola) dajući nam tako vredan genetički materijal za naučna i proizvodna istraživanja.

Izbor lozne podloge ima veliki značaj za rezultate koje će dati vinograd, kvalitet grožđa, a zatim i kvalitet i tipičnost vina. U veoma složenim agroekološkim uslovima i gajenju različitih sorti vinove loze, izbor lozne podloge nije nimalo jednostavan. Naime, podlogom se mogu prevazići određeni problemi u vezi s vegetativno-produktivnim potencijalom biljke, vodno-fizičko-hemijskim karakteristikama zemljišta i u vezi s topografskim i klimatskim uslovima. Međutim, pri izboru lozne podloge bitan je i finansijski aspekt, s obzirom na to da se jednom napravljena greška u smislu pogrešnog izbora sorte pri sadnji vinograda ne može skoro nikako ispraviti.

Osim detaljnih analiza abiotičkih i pojedinih antropogenih faktora terroir-a određenog vinogradarskog područja, odnosno mikropodručja na kome se planira podizanje vinograda, osnovni preduslov za izbor podloge vinove loze je detaljno sagledavanje svih tih uslova, kao i prethodna analiza zemljišta. Iako je ona u cilju obavljanja odgovarajućih meliorativnih mera i uređenja zemljišta, kao i đubrenja pri zasnivanju vinograda takoreći i zakonska obavezna, a pritom nije ni skupa, podižu se brojni vinogradi bez detaljnih analiza zemljišta obavljenih od strane akreditovanih laboratorija i, za ove potrebe, obučениh stručnjaka. Osim toga, ističemo i to da, i pored velike raznovrsnosti terroir-a naših vinogradarskih područja (101 rejonirano vinogradarsko područje) i prisustva preko 200 sorti vinove loze u komercijalnim zasadima, samo dve podloge (Berlandieri x Riparia Kober 5BB i Berlandieri x Riparia SO4) učestvuju u čak 91% površina naših vinograda. Takvi podaci i činjenica da ne postoji univerzalna podloga koja je dobra za svako vinogradarsko područje ili mikropodručje, pogodna za konkretne ekološke uslove, odnosno abiotičke faktore terroir-a i prilagođena svakoj sorti, uzgojnom obliku i drugim antropogenim faktorima terroir-a, ukazuju na potrebu stalnog naučnog istraživanja podloga vinove loze. Projekat „Utvrdjivanje kvaliteta zemljišta Rasinskog okruga kao osnove za izbor odgovarajućih loznih podloga za podizanje vinograda namenjenih proizvodnji vinskog grožđa“ Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, upravo predstavlja početak aktivnije primene naučnih dostignuća u oblasti istraživanja loznih podloga, kao što su složene i napredne analize zemljišta, upotreba geoprostornih baza podataka o kvalitetu zemljišta istraživanog područja, primena geografskog informacionog sistema (GIS) i analitičkih modula i algoritama kojima se može utvrditi potencijalni uticaj zemljišta na izbor lozne podloge, upotreba inovativnog Konceptualnog multifaktorijalnog prostornog terroir modela (CMST modela), kvantifikovanje erozionih procesa, pre svega s aspekta površinskog spiranja zemljišta, odnosno slojevitom i brazdastom erozijom i dr. Na taj način se na primeru vinogradarskih područja Rasinskog okruga (deo rejona Tri Morave i mali deo oko njega u opštini Brus), daju pojedini odgovori na brojne nepoznanice kada je primena podloga vinove loze u Srbiji u pitanju.

Ovakva vrsta rejonizacije vinogradarskih područja po osnovu podloga vinove loze po prvi put je urađena u našoj zemlji i regionu, pa s obzirom na to da je izbor podloga složenija problematika, preporučujemo dalja i detaljnija istraživanja u cilju davanja preporuka podloga za vinogradarska područja ili mikropodručja po određenim sortama ili grupama sorti vinove loze. Predloženo modelovanje i urađeno mapiranje je obavljeno u cilju orjentacione klasifikacije i sagledavanja potencijalnih opštih preporuka, pa predstavlja samo polaznu osnovu za složenija ispitivanja za svaki konkretni slučaj pri podizanju vinograda. Znajući da je ovo pionirski posao, zahvaljujemo Ministarstvu poljoprivrede,

šumarstva i vodoprivrede – Sektoru za ruralni razvoj, Institutu za zemljište Beograd, Institutu za biološka istraživanja „Siniša Stanković” – Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivrednoj savetodavnoj i stručnoj službi u Kruševcu i drugim institucijama na saradnji i pomoći u realizaciji ovog projekta.

U nadi da će rezultati predstavljeni u ovom vodiču i prostorno predstavljeni podaci na mapama s predloženom rejonizacijom vinogradarskih područja Rasinskog okruga po osnovu podloga vinove loze, odnosno s potencijalnim preporukama loznih podloga biti praktično primenjeni i uticati na pravilan izbor loznih podloga pre neophodnih analiza i konkretnih istraživanja prilikom podizanja vinograda, najlepše zahvaljujemo proizvođačima grožđa i vina Rasinskog okruga. Zahvaljujemo i proizvođačima kod kojih su vršena uzorkovanja i analize zemljišta na reprezentativnim lokalitetima vinogradarskih područja Rasinskog okruga na saradnji, korisnim savetima, ali pre svega na gostoprimstvu koje je dodatno ulepšalo naše aktivnosti na realizaciji projekta i pripremi ovog vodiča.

*U ime projektnog tima,
Darko Jakšić*



SADRŽAJ

1. VINOGRADARSTVO I VINARSTVO RASINSKOG OKRUGA	1
1.1. Najzastupljenije sorte vinove loze	1
1.2. Najzastupljenije podloge vinove loze	3
1.3. Struktura proizvođača grožđa i prosečna površina vinograda po vinogradaru Rasinskog okruga	5
1.4. Karakteristike vinograda u Rasinskom okrugu	5
1.5. Proizvodnja grožđa u Rasinskom okrugu	9
1.6. Struktura vinarija i proizvedenog vina Rasinskog okruga	10
1.7. Karakteristike vinogradarskih područja Rasinskog okruga po pitanju nadmorske visine	12
1.8. Karakteristike vinogradarskih područja Rasinskog okruga po pitanju nagiba terena	12
1.9. Karakteristike vinogradarskih područja Rasinskog okruga po pitanju ekspozicije terena	13
LITERATURA	14
2. POJEDINE OSOBINE ZEMLJIŠTA I EROZIJA U OKVIRU VINOGRADARSKIH PODRUČJA RASINSKOG OKRUGA	15
2.1. Osnovne karakteristike zemljišta ispitivane teritorije vinogradarskih područja Rasinskog okruga	15
2.1.1. Tipovi zemljišta – kartografske jedinice	15
2.1.2. Sadržaj organske materije	17
2.1.3. pH reakcija zemljišta	18
2.1.4. Sadržaj kalcijum-karbonata	19
2.1.5. Sadržaj kalijuma u zemljištu	19
2.1.6. Sadržaj fosfora u zemljištu	20
2.1.7. Sadržaj ukupnog bakra u zemljištu	20
2.2. Erozijska zemljišta ispitivane teritorije vinogradarskih područja Rasinskog okruga	21
2.2.1. Primena USLE metode na proučavanom području	22
2.2.2. Srednji godišnji gubitak zemljišta	25
LITERATURA	27
3. PEDOLOŠKE I AGROHEMIJSKE KARAKTERISTIKE ZEMLJIŠTA POD VINOGRADIMA RASINSKOG OKRUGA	29
3.1. Najvažniji tipovi zemljišta Rasinskog okruga prema pedološkoj karti	29
3.2. Pedološke karakteristike zemljišta pod vinogradima Rasinskog okruga na osnovu projektnih aktivnosti	31
3.2.1. Područje ispitivanja i metode uzorkovanja zemljišta	31
3.2.2. Klasifikacija zemljišta na osnovu projektnih aktivnosti	34
3.3. Značaj fizičko hemijskih parametara zemljišta i rezultati laboratorijskih ispitivanja	37
3.3.1. Primjenjene laboratorijske analitičke metoda istraživanja	37
3.3.2. Mehanički sastav zemljišta	38
3.3.3. pH reakcija zemljišta, hidrolitička aktivnost i kalcizacija zemljišta	39
3.3.4. Sadržaj slobodnih karbonata i fiziološki aktivnog kreča	41
3.3.5. Sadržaj organske materije (humusa)	44
3.3.6. Sadržaj makroelemenata azota, fosfora i kalijuma	46
3.3.7. Sadržaj i pristupačnost mikroelemenata bakra, gvožđa, mangana, cinka i bora	48
3.3.8. Sadržaj potencijalno toksičnih elemenata (teških metala)	51
3.4. Smernice na osnovu projektnih aktivnosti analize zemljišta vinogradarskih područja Rasinskog okruga	54
LITERATURA	56
4. PREDLOG REJONIZACIJE VINOGRADARSKIH PODRUČJA RASINSKOG OKRUGA PO OSNOVU PRISUTNIH PODLOGA VINOVE LOZE	58
4.1. Podloge vinove loze iz pojedinačnih američkih vrsta	60
4.1.1. <i>Riparia portalis</i>	60
4.1.2. <i>Rupestris</i> du Lot	62

4.2. Podloge vinove loze hibridi između američkih vrsta	64
4.2.1. Podloge tipa <i>Berlandieri</i> x <i>Riparia</i>	65
4.2.1.1. <i>Berlandieri</i> x <i>Riparia</i> Teleki 8B	65
4.2.1.2. <i>Berlandieri</i> x <i>Riparia</i> Kober 5BB	66
4.2.1.3. <i>Berlandieri</i> x <i>Riparia</i> Teleki 5C	68
4.2.1.4. <i>Berlandieri</i> x <i>Riparia</i> SO4	70
4.2.1.5. <i>Berlandieri</i> x <i>Riparia</i> 420 A	72
4.2.2. Podloge tipa <i>Berlandieri</i> x <i>Rupestris</i>	74
4.2.2.1. <i>Berlandieri</i> x <i>Rupestris</i> – Richter 110	74
4.2.2.2. <i>Berlandieri</i> x <i>Rupestris</i> – 1103 Paulsen	77
4.2.2.3. <i>Berlandieri</i> x <i>Rupestris</i> – Rugeri 140	79
4.2.3. Podloge nastale iz više američkih vrsta	81
4.2.3.1. Gravesac	81
4.2.4. Podloge hibridi između <i>V. vinifera</i> i američkih vrsta	84
4.2.4.1. Chasselas x <i>Berlandieri</i> 41 B	84
4.2.4.2. Fercal	86
LITERATURA	88

3. PEDOLOŠKE I AGROHEMIJSKE KARAKTERISTIKE ZEMLJIŠTA POD VINOGRADIMA RASINSKOG OKRUGA

3.1. Najvažniji tipovi zemljišta Rasinskog okruga prema pedološkoj karti

Na teritoriji Rasinskog upravnog okruga je veoma izražen pedodiverzitet, odnosno raznolikost tipova zemljišta – usled delovanja pedogenetskih faktora (klima, reljef, matični supstrat, organski svet, vreme, čovek) sa čak petnaest tipova zemljišta (mapa 20 ^[1, 2, 3] i tabela 5).

Iz prikazane pedološke karte (mapa 20), kao i tabele proistekle iz ove karte (tabela 5), može se zaključiti da u Rasinskom okrugu dominiraju sledeći tipovi zemljišta:

- eutrični kambisol (eutrično smeđe zemljište),
- vertisol (smonica),
- ranker (humusno silikatno zemljište), kao i
- fluvisol (aluvijalno zemljište).

Dva najzastupljenija tipa zemljišta, eutrični kambisoli i vertisol zajedno pokrivaju tek manje od 50% površine Rasinskog okruga. Od ostalih tipova zemljišta na manjim površinama zastupljeni su i luvisol (ilimerizovano zemljište), podzol, distrični kambisol (smeđe kiselo zemljište) i regosol (sirozem na rastresitom supstratu). Na neznatnim površinama prostiru se i rigosol, koluvijum, kalkomelanosol (krečnjačko – dolomitna crnica), litosol (kamenjar), humofluvisol (aluvijalno livadsko zemljište), pseudoglej i rendzina.

Sličan raspored tipova zemljišta zabeležen je u publikacijama objavljenim na osnovu rezultata projekata s područja Šumadijskog vinogradarskog rejona (2014) ^[4], rejona Rejona Tri Morave (2015) ^[5, 6], Mlavskog (2016) ^[7] i Niškog vinogradarskog rejona (2016) ^[8]. Ipak, karakteristika tipova zemljišta Rasinskog okruga je manja zastupljenost dva najdominantnija tipa zemljišta, tj. više je izražen pedodiverzitet.

Zanimljivo je da je na Pedološkoj karti uočeno vrlo malo učešće rigosola (podtip vitisol), tj. tipa zemljišta karakterističnog za vinogradarsku proizvodnju (svoga 1,21%).

Tabela 5. Okvirne površine učešća pojedinih tipova zemljišta na području Rasinskog okruga na osnovu obrade pedološke karte

Tip zemljišta	površina km ²	%
1 eutrični kambisol	754,90	28,33
2 smonica	397,87	14,93
3 ranker	356,57	13,38
4 fluvisol	309,08	11,60
5 luvisol	242,80	9,11
6 podzol	187,21	7,03
7 distrični kambisol	178,19	6,69
8 regosol	151,11	5,67
9 rigosol	32,19	1,21
10 koluvijum	24,93	0,94
11 kalkomelanosol	19,30	0,72
12 litosol	4,40	0,17
13 humofluvisol	3,43	0,13
14 pseudoglej	2,05	0,08
15 rendzina	0,37	0,01
Ukupno	2.664,39	100,00

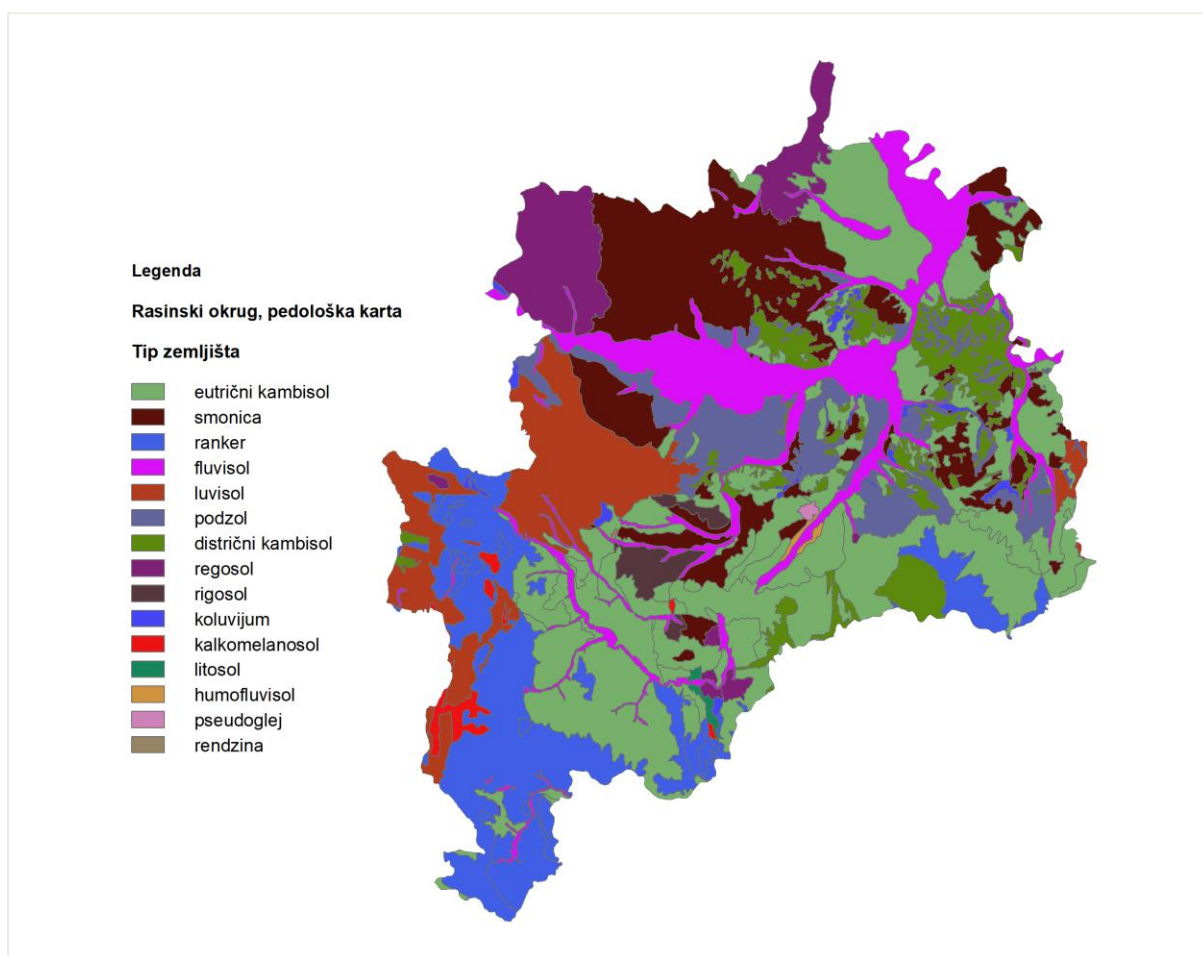
Eutrični kambisol

Eutrični kambisol (narodni naziv gajnjača – ali po aktuelnoj klasifikaciji se odnosi samo na deo zemljišta koji su po prethodnoj klasifikaciji pripadali eutričnom kambisolu) je tip zemljišta iz automorfnog reda. Ovaj red karakteriše vlaženje zemljišta samo atmosferskim padavinama, bez dopunskog vlaženja (npr. poplavnim ili podzemnom vodom), a proceđivanje vode je slobodno bez dužeg zadržavanja na nepropusnom horizontu.

Klasa je niži nivo klasifikacije, a klasa kambičnih zemljišta nastaje evolucijom humusno-akumulativnih zemljišta sa karakteristikom pojave kambičnog (B) horizonta čiji naziv potiče od latinske reči *cambio*, što znači izmeniti. Ovaj horizont je podpovršinski i u njemu se odvijaju intenzivni procesi transformacije. Iznad ovog horizonta je površinski humusni A horizont. Kambični horizont naleže na rastresiti supstrat – C ili na čvrstu stenu – R.

Eutrični kambisol zastupljen je u semihumidnim oblastima sa srednjom godišnjom količinom padavina od 600 do 700 mm, sa izrazito sušnim letom i srednjom godišnjom temperaturom između 10 i 12°C. Veliki uticaj na obrazovanje ovog zemljišta ima matični supstrat kao što je les, lapor, jezerski i rečni nanosi i dr. Od prirodne vegetacije rastu šume, koje su danas uglavnom iskrčene i gde su ostali proplanci dok se najveće površine koriste za biljnu ratarsku, voćarsku i vinogradarsku proizvodnju.

Zemljište je slabo kisele do neutralne reakcije. Uglavnom je beskarbonatno, ali je zasićeno bazama sa 70–80% što ovom tipu daje povoljne osobine za poljoprivrednu proizvodnju. Sadržaj humusa je od 2 do 6%, pa je povoljnog kvaliteta. Na površinama koje se koriste kao oranice sadržaj humusa je niži zbog stalne obrade i aeracije koja nastaje obradom zemljišta. Sadržaj lakopristupačnog fosfora je nizak zbog velikog prisustva slobodnog gvožđa, koji vezuje fosfor i prevodi ga u nepristupačni oblik.



Mapa 20. Pedološka karta Rasinskog okruga, na osnovu obrade pedološke karte Tanasijević i sar., 1965; Mrvić i sar., 2010 [1, 2, 3]

Smonica

Smonica (vertisol) jeste tip zemljišta iz automorfnog reda. Prema domaćoj klasifikaciji zemljišta sledeći nivo, tj. taksonomska jedinica je klasa, a smonica pripada klasi humusno-akumulativnih zemljišta.

Smonice su glinovite, lepljive i sjajne kao smola. Izrazit uticaj na obrazovanje smonica ima matična stena. To su najčešće tercijarne jezerske gline pretežno tipa montmorilonita. Drugi bitan uslov obrazovanja je često smenjivanje vlažnog i suvog perioda. Budući da je montmorilonit bubreći mineral gline, usled promene vlažnosti, velike su i promene zapremine zemljišta zbog čega dolazi do velikih

vertikalnih pukotina u suvom stanju (fotografije 4. i 5). Kroz te pukotine propadaju sitni agregati humusne zemlje pod uticajem vetra i vode. Ovaj dodatni materijal pri vlaženju bubri i stvara pojačani bočni pritisak, tj. trenje između agregata i otuda na njima glatke i sjajne površine. Taj proces se zove pedoturbacija, a pokretanje zemljišne mase je specifična pojava smonice.

Smonice su duboka zemljišta, a u građi njihovog profila razlikuju se tri horizonta: A – humusni horizont, moćnosti 50, 100 i više cm; AC – prelazni horizont, neravnomeran, klinast, sa humusnim infiltracijama usled pedoturbacije; C – horizont, kao sedimentna naslaga koja može biti moćan nekoliko metara.

Po mehaničkom sastavu smonica pripada teksturnim klasama gline i teške gline, a frakcija mehaničkog elementa gline je zastupljena i do 60–70%. Ukupna poroznost je velika, oko 50%, međutim najviše su zastupljene mikropore u kojima se zadržava velika količina vode, od koje je samo oko 13,5% lakopristupačna voda za biljke. Koeficijent filtracije vode (K-Darcy) veoma je nizak. Praktično je propustljivost vode svedena na prolaz kroz pukotine, a kad se zemljište zasiti vodom, minerali gline nabubre, zaptivaju se pore i prestaje kretanje vode.

Reakcija sredine varira od 6,5 do 8 pH jedinica, a uglavnom zavisi od sadržaja kalcijum-karbonata, jer smonice mogu biti karbonatne i beskarbonatne. Sadržaj humusa varira od 2 do 5%, a pod prirodnom vegetacijom sadržaj je veći. Smonice su srednje obezbeđene azotom i fosforom, dok su bogate kalijumom.

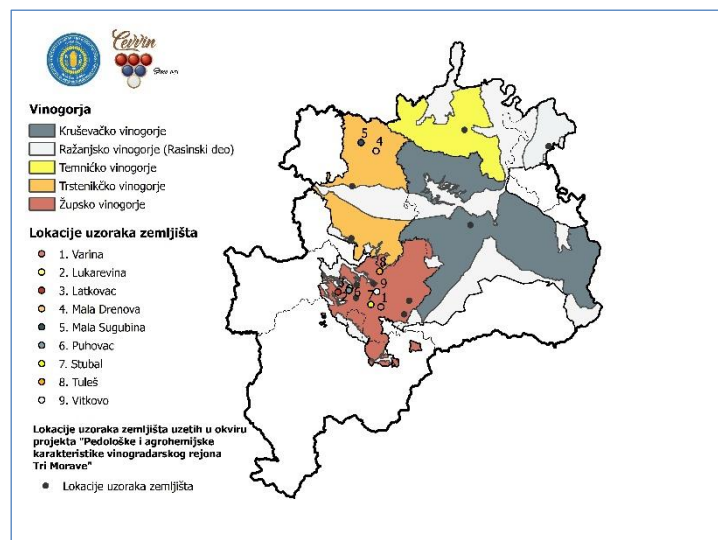
Smonice su sveukupno, potencijalno plodna zemljišta, što je odraz dubokog humusnog horizonta, međutim loših su vodno-fizičkih svojstava što onemogućava maksimalno iskorišćavanje te plodnosti.

3.2. Pedološke karakteristike zemljišta pod vinogradima Rasinskog okruga na osnovu projektnih aktivnosti

3.2.1. Područje ispitivanja i metode uzorkovanja zemljišta

Odabir lokacija (vinogradarskih lokaliteta i/ili mikropodručja) istraživanja bazirao se na načelu reprezentativnosti prirodnih karakteristika i potencijala za proizvodnju vinskog grožđa vinogradarskih područja Rasinskog okruga. Za definisanje bližih lokacija, korišćeni su podaci na osnovu obrade: digitalizovane pedološke karte Srbije, granice rasprostiranja Rasinskog okruga, vinogradarskog rejona Tri Morave s vinogorjima, kao i proizvodnih parcela, odnosno vinograda. Osim toga, rukovodilo se i kriterijumom odabira starijih zasada vinove loze s lokalnim, odnosno autohtonim sortama, u cilju sagledavanja i ocene antropogenog uticaja na zemljišne procese u dužem proteklom periodu, kao i brojnosti postojećih vinogradarskih parcela po vinogorjima.

Na osnovu ovih ulaznih parametara, odabrano je 17 ciljanih lokacija uzorkovanja u okviru devet katastarskih opština (tabela 6, mapa 21, grupa fotografija 3).



Mapa 21. Raspored odabranih lokacija (katastarske opštine) istraživanja

Svaka posmatrana parcela uzorkovana je na dve dubine 0–30 i 30–60 cm. Površinski sloj se uzorkuje u cilju sagledavanja prisutnih procesa u zemljištu i ocene potencijalne plodnosti zemljišta, budući da su hraniva u ovom sloju manje dostupna za koren vinove loze. Dublji sloj zemljišta se uzorkuje u cilju sagledavanja obezbeđenosti zemljišta hranivima i ocene zemljišnih uslova u aktivnoj zoni korena vinove loze, kao i ocena da li je pravilno primenjena agrotehnika unošenja hraniva na veću dubinu iz gornjeg sloja. Na ovaj način ukupno je prikupljeno 34 pojedinačna uzorka zemljišta. Uzorci su uzeti pomoću svrdlaste agrohemijske sonde po metodologiji za kontrolu plodnosti, tako da jedan prosečan uzorak bude sastavljen od 20 do 25 pojedinačnih poduzoraka. Pod parcelom se podrazumeva površina sa istom istorijom, ujednačenim mikoreljefom i nagibom terena kao i s istovetnom prethodno primenjenom agrotehnikom.

U cilju određivanja prisutnog tipa zemljišta na pet odabranih lokacija: Latkovac, Drenča (potes Lukarevina), Vitkovo, Stubal i Mala Sugubina, obavljena su pedološka istraživanja. Tip zemljišta je utvrđen na osnovu analize pedološkog profila s prirodnog zaseka zemljišta dubine veće od 2 m ili bušenjem kontrolnih sondi. U nameri da se ispita autohtono zemljište koje nije bilo pod uticajem čoveka u smislu rigolovanja (obrade zemljišta pri kojoj se mešaju prirodni pedogenetski horizonti) i melioracionog đubrenja, lokacije otvaranja kontrolnih bušotina su izmeštene u neposrednu blizinu vinograda, gde ovih aktivnosti prema istoriji polja (više decenija i duže) nije bilo. Terenski radovi su obuhvatali rekognosciranje terena, georeferenciranje, opis spoljašnje morfologije terena, unutrašnje morfologije kontrolnih bušotina otvorenih svrdlastim sondama na reprezentativnim lokacijama i pravljenje fotodokumentacije.

Tabela 6. Lokacije ispitivanja i opis vinograda (vinogradarskih parcela)

R. br.	Katastarska opština/Potes	Nagib (°)	Sorta	God. sadnje	Podloga	Uzgojni oblik	Eksp. oz.	Zatražljeno st
1.	Latkovac*	15,5	<i>prokupac</i>	1972	<i>Rupestris</i> du Lot (<i>R. Monticola</i>)	Tradicionalni	J	DA
2.	Drenča* (Lukarevina)	13,2	<i>prokupac</i>	1930	<i>Rupestris</i> du Lot (<i>R. Monticola</i>)	Tradicionalni	J	NE
3.	Drenča (Lukarevina)	12,3	<i>prokupac</i>	1930	<i>Rupestris</i> du Lot (<i>R. Monticola</i>)	Tradicionalni	J	DA
4.	Puhovac	14,1	<i>tamjanika/grašac/prokupac</i>	2004	<i>B x R</i> Kober 5 BB	Dvogubi Gijo (Gujo)	JZ	NE
5.	Puhovac	13,6	<i>prokupac/tamjanika</i>	1950	<i>Rupestris</i> du Lot (<i>R. Monticola</i>)	Tradicionalni	JZ	DA
6.	Tuleš	6,5	<i>grašac/tamjanika/pinot noir</i>	1997	<i>B x R</i> Kober 5 BB	Jednogubi Gijo (Gujo)	S	NE
7.	Vitkovo*	5,0	<i>tamjanika</i>	1976	<i>B x R</i> Kober 5 BB	Jednogubi Gijo (Gujo)	J	NE
8.	Vitkovo	5,0	<i>tamjanika</i>	2016	<i>B x R</i> Kober 5 BB	Jednogubi Gijo (Gujo)	J	NE
9.	Vitkovo	3,9	<i>kavčina</i>	2005	<i>B x R</i> Kober 5 BB	Dvogubi Gijo (Gujo)	J	NE
10.	Stubal*	6,2	<i>cabernet sauvignon</i>	1995	<i>B x R</i> Kober 5 BB	Jednogubi Gijo (Gujo)	JI	NE
11.	Stubal	6,1	<i>grašac/župski i bojediser/tamjanika</i>	1995	<i>B x R</i> Kober 5 BB	Jednogubi Gijo (Gujo)	JI	NE
12.	Stubal	6,0	u zasnivanju	n/a	n/a	n/a	JI	n/a
13.	Bobote (Varina)	6,3	<i>merlot/tamjanika</i>	2007	Chasselas x <i>Berlandieri</i> 41 B	Roajatska kordunica	J	DA
14.	Mala Drenova	4,0	<i>cabernet sauvignon</i>	2007	<i>B x R</i> Kober 5 BB	Jednogubi Gijo (Gujo)	SI	NE
15.	Mala Drenova	4,0	<i>cabernet sauvignon</i>	2007	<i>B x R</i> Kober 5 BB	Jednogubi Gijo (Gujo)	SI	NE
16.	Mala Sugubina*	6,9	<i>smederevka</i>	1990	<i>B x R</i> Kober 5 BB	Dvogubi Gijo (Gujo)	JI	NE

17.	Mala Sugubina	4,9	<i>kavčina</i>	1979	Kober 5 BB	Dvogubi Gijo (Gujo)	SI	DA
-----	---------------	-----	----------------	------	------------	------------------------	----	----

* Lokaliteti gde je određen autohtoni tip zemljišta pomoću sonde
 Ekspoz. = ekspozicija terena na kome se nalazi vinograd (vinogradarska parcela)



Fot. 1. (levo) i 2. (desno). Uzorkovanje pomoću agrohemijske sonde na dve dubine zemljišta 0–30 i 30–60 cm



Latkovac



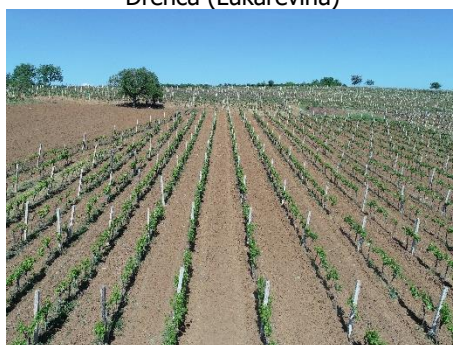
Drenča (Lukarevina)



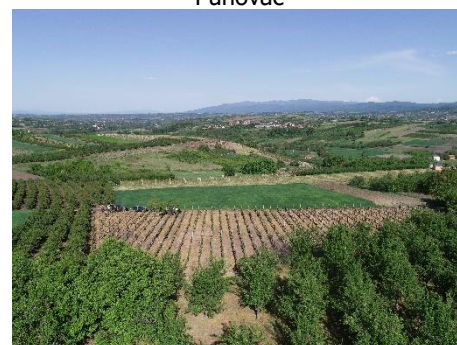
Puhovac



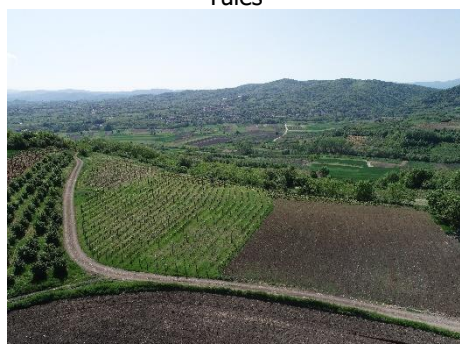
Tuleš



Vitkovo



Stubal



Bobote (Varina)



Mala Drenova
 Grupa fotografija 3. Lokacije istraživanja



Mala Sugubina



Fotografije 4. i 5. Karakteristične pukotine zemljišta tipa vertisol (smonica),
levo lokacija u K. O. Stubał, desno lokacija u K. O. Mala Drenova

3.2.2. Klasifikacija zemljišta na osnovu projektnih aktivnosti

1) Lokacija Latkovac ID 2

Mezoreljef: nagib parcele oko 30° u pravcu N (viši deo) – S (niži deo)



0–20 cm	Aoh	Humusno akumulativni horizont svetlo smeđe boje, glinovita ilovača, srednje skeletan (dominira frakcija sitnog do srednjeg šljunka), sferoidno krupno zrnaste strukture, beskarbonatan
20–90 cm	(B)v, cn	Kambični horizont rude boje (crvenkasto smeđe), ilovasta glina, slabo skeletan, sferoidne srednje grašaste strukture, beskarbonatan, sa mekim konkrecijama mangana
90–130 cm	(B)v, cnC	Prelazni horizont svetliji od (B)v,cn, ilovasta glina, slabo skeletan, masivne strukture, beskarbonatan, sa mekim konkrecijama mangana
130– 200 cm	C	Rastresiti matični supstrat svetlo smeđe boje, praškasta glina, srednje skeletan, masivne strukture, beskarbonatan

Tip zemljišta prema domaćoj klasifikaciji zemljišta ^[9]	Tip zemljišta prema međunarodnoj klasifikaciji ^[10]
Red: automorfni Klasa: III A-(B)-C, kambična Tip: eutrični kambisol Podtip: na jezerskim sedimentima Varijetet: tipični Forma: glinovita, slabo skeletna	Eutric Cambisol (Ochric) codes for namingsoil: CM-eu-oh

2) Lokacija Drenča (potes Lukarevina) ID 5

Mezoreljef: nagib parcele oko 35° u pravcu N (viši deo) – S (niži deo)



0–45 cm	Aoh	Humusno-akumulativni horizont, ohrični svetlo sivo smeđe boje, ilovača, srednje skeletoidan, sferoidne srednje zrnaste strukture, jako karbonatan
45–100 cm	(B)v	Kambični horizont svetlo rude boje, ilovasta glina, slabo skeletoidan, sferoidne sitno grašaste strukture, jako karbonatan
100–150 cm	(B)vC	Prelazni horizont svetlo smeđe boje, ilovasta glina, slabo skeletoidan, masivne strukture, jako karbonatan
150–200 cm	C	Rastresiti matični supstrat svetlo smeđe boje, ilovasta glina, bez skeleta, masivne strukture, jako karbonatan

Tip zemljišta prema domaćoj klasifikaciji zemljišta ^[9]	Tip zemljišta prema međunarodnoj klasifikaciji ^[10]
Red: automorfni Klasa: III A-(B)-C, kambična Tip: eutrični kambisol Podtip: na jezerskim sedimentima Varijetet: tipični Forma: glinovita, slabo skeletna	Eutric Cambisol (Ochric) codes for namingsoil: CM-eu-oh

3) Lokacija Vitkovo ID 12

Mezoreljef: nagib parcele oko 20° u pravcu NE (viši deo) – SW (niži deo)



0–70 cm	Avt, cn	Humusno-akumulativni horizont, vertični tamno smeđe boje, teška glina, bez skeleta, sferoidne sitno grašaste strukture, sa kliznim površinama, beskarbonatan, sa mekim konkrecijama mangana od 50 cm dubine, sa ljušturama puževa (lat. <i>Planorbis sp.</i>) na 45 cm dubine
70–90 cm	ACcn	Prelazni horizont smeđe boje, teška glina, bez skeleta, masivne strukture, sitna zemlja beskarbonatna, mestimično sa trošnim krečom, sa mekim konkrecijama mangana
> 90 cm	Ccn	Rastresiti matični supstrat svetlo smeđe boje, teška glina, bez skeleta, masivne strukture, sitna zemlja beskarbonatna, sa više trošnog kreča, sa mekim konkrecijama mangana

Tip zemljišta prema domaćoj klasifikaciji zemljišta ^[9]	Tip zemljišta prema međunarodnoj klasifikaciji ^[10]
Red: automorfni Klasa: II A-C, humusno akumulativna Tip: vertisol Podtip: nekarbonatni Varijetet: na glinovitim supstratima Forma: duboki	Haplic Vertisol codes for namingsoil: VR-ha

4) Lokacija Stubal ID 16

Mezoreljef: nagib parcele oko 10–15° u pravcu NE (viši deo) – SW (niži deo)



0–20 cm	Avt	Humusno-akumulativni horizont, vertični tamno smeđe crne boje, teška glina, bez skeleta, sferoidne krupno zrnaste strukture, sa pukotinama i kliznim površinama, karbonatan
20–30 cm	AvtC	Prelazni horizont smeđe crne boje, ilovasta glina, bez skeleta, sitno grašaste strukture, sa pukotinama i kliznim površinama jako karbonatan
30–100 cm	C	Rastresiti matični supstrat sive boje, ilovasta glina, bez skeleta, masivne strukture, jako karbonatan

Tip zemljišta prema domaćoj klasifikaciji zemljišta ^[9]	Tip zemljišta prema međunarodnoj klasifikaciji ^[10]
Red: automorfni Klasa: II A-C, humusno akumulativna Tip: vertisol Podtip: karbonatni Varijetet: na glinovitim supstratima Forma: plitki	Haplic Vertisol codes for namingsoil: VR-ha

5) Lokalitet Mala Sugubina ID 22

Mezoreljef: blagi nagib parcele od oko 5–10° u pravcu N-NE (viši deo) – S-SW (niži deo)



0–20 cm	A	Humusno-akumulativni horizont smeđe boje, teška glina, jako skeletoidan, sferoidne krupno zrnaste strukture, jako karbonatan
20–50 cm	AC	Prelazni horizont sivo smeđe boje, ilovasta glina, jako skeletoidan, srednje grašaste strukture, jako karbonatan
50–110 cm	C	Rastresiti matični supstrat sive boje, ilovasta glina, bez skeleta, masivne strukture, jako karbonatan

Tip zemljišta prema domaćoj klasifikaciji zemljišta ^[9]	Tip zemljišta prema međunarodnoj klasifikaciji ^[10]
Red: automorfni Klasa: II A-C, humusno akumulativna Tip: vertisol Podtip: karbonatni Varijetet: na glinovitim supstratima Forma: plitki	Haplic Vertisol codes for namingsoil: VR-ha

3.3. Značaj fizičko hemijskih parametara zemljišta i rezultati laboratorijskih ispitivanja

Zemljište predstavlja složen i dinamičan sistem međutim, pod uticajem poljoprivredne proizvodnje dolazi do promena njegovih bioloških, hemijskih i fizičkih svojstava. Uopšte, prihvaćen je stav da intenzivna poljoprivredna proizvodnja dovodi do opadanja kvaliteta zemljišta. Nasuprot tome, poznato je da se pravilnim upravljanjem zemljištem, dobrom poljoprivrednom praksom (koja podrazumeva redovnu kontrolu plodnosti zemljišta i sprovođenje osnovnih principa đubrenja i agrotehnike), može održati proizvodna sposobnost zemljišta uz minimalne uticaje na životnu okolinu. Zemljišta visokog kvaliteta karakteriše visok sadržaj pristupačnih hraniva, dobra aeracija, infiltracija i retencija vode, stabilna struktura i visoka biološka aktivnost. U zaštiti zemljišta od degradacije najznačajnije su preventivne mere, uočavanje opasnosti i iznalaženje odgovarajućih rešenja za njihovo prevazilaženje od kojih je sistemska kontrola plodnosti zemljišta jedan od osnovnih preduslova ^[11].

3.3.1. Primenjene laboratorijske analitičke metoda istraživanja

Celokupna laboratorijska istraživanja su urađena u akreditovanoj i ovlašćenoj Laboratoriji za zemljište i agroekologiju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Instituta od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju. Laboratorija je akreditovana od strane Akreditacionog tela Srbije (ATS), prema standardu SRPS ISO/IEC 17025:2017 rešenjem broj 01-003.

Primenjene su sledeće Laboratorijske analize:

1. Određivanje aktivne kiselosti – pH u vodi: u suspenziji zemljišta s vodom 1 : 2,5 (m/v), potenciometrijski;

2. Određivanje potencijalne kiselosti – pH u 1 M KCl: u suspenziji zemljišta s kalijum hloridom 1 : 2,5 (m/v), potenciometrijski;
3. Određivanje potencijalne hidrolitičke kiselosti – H: metodom Karrena, u suspenziji zemljišta sa kalcijum acetatom;
4. Određivanje slobodnog kalcijum karbonata (CaCO₃): volumetrijski, pomoću Scheiblerovog kalcimetra, SRPS/ISO 10693:2005;
5. Određivanje fiziološki aktivnog kreča (CaO) metodom po Galetu, u suspenziji zemljišta s 0,1 M amonijum-oksalamatom, titracijom sa 0,04 M KMnO₄;
6. Određivanje sadržaja humusa: modifikovana metoda Tjurina, oksidacijom organske materije s K₂Cr₂O₇;
7. Određivanje sadržaja ukupnog azota (CNS elementalna analiza totalnog spaljivanja uzorka): CHNS analizatorom, AOAC metoda 972.43:2000;
8. Određivanje amonijum laktatnog P₂O₅: određivanje lakopristupačnog fosfora spektrofotometrijski, validovana AL metoda po Egneru i Riehmu;
9. Određivanje amonijum laktatnog K₂O: određivanje lakopristupačnog kalijuma plamenofotometrijski, validovana AL metoda po Egner i Riehm;
10. Određivanje pristupačnih količina mikroelemenata (B, Cu, Zn, Mn, Fe) ekstrakcijom sa DTPA: prema metodi SRPS/ISO 14870:2004, metodom indukovanе kuplovane plazme ICP – OES;
11. Određivanje ukupnih količina makroelemenata, mikroelemenata i teških metala u zemljištu razaranjem s koncentrovanom azotnom kiselinom (metodom ICP – OES): DM 8/1-3-021, Metoda opisana u literaturi u knjizi Alloway B.J. 1995, Heavy metals in soils, second edition, Blackie Academic and Professional. Glasgow, pp. 68-76; Kovacs, B., *et al.* (2000), Commun. Soil. Sci. Plant Anal., 31 (11-14), 1949-1963; SRPS ISO 11466 (2004); SRPS ISO 11047 (2004); US EPA (US Environmental Protection Agency Method) 6010 C (2000) i 200.7 (2001);
12. Određivanje ukupnog sadržaja žive (Hg): direktnom metodom iz čvrstog uzorka pomoću Direct Mercury Analyzer DMA 80 Milestone.

3.3.2. Mehanički sastav zemljišta

Čvrsta faza zemljišta sastoji se od organskog i mineralnog dela. Mineralni – „neživi“ deo je po svojoj prirodi sastavljen od čestica najrazličitijih dimenzija, od koloida (< 0,002 mm) do šljunka (2–20 mm), pa čak i kamena (> 20 mm), kao polidisperzni sistem. Ove različite frakcije mineralog dela zemljišta nastale su u dugom procesu pedogeneze (proces nastanka zemljišta), fizičkim, hemijskim i biološkim razlaganjem matičnog supstrata na kome je zemljište obrazovano. Zbog toga mehanički sastav predstavlja kvantitativno učešće čestica različitih veličina, koje se grupišu u mehaničke frakcije sa graničnim vrednostima njihovih dimenzija. Postoje dve grupe frakcije zemljišta: skelet i sitna zemlja. Frakcije skeleta su šljunak i kamen. Frakcije sitne zemlje, idući od najsitnije ka najkrupnijoj su sledeće: glina, prah, sitan pesak i krupan pesak.

Od mehaničkog sastava zavisi vodni, vazdušni i toplotni režim zemljišta koji dalje utiče na hemijska i biološka svojstva zemljišta. On uslovljava interval pogodnosti zemljišta za obradu i izbor poljoprivredne mehanizacije. Sa agronomskog stanovišta, smatra se da su, prema teoriji (na žalost vrlo retko u praksi), najbolja ona zemljišta koja imaju sledeći odnos frakcija:

$$\text{pesak} : \text{prah} : \text{glina} = 40\% : 40\% : 20\%$$

Peskovita zemljišta su laka za obradu, dobro aerisana što stimuliše rast korena. Međutim, ona se vrlo brzo prosušuju nakon navodnjavanja zbog lošeg kapaciteta za zadržavanje vode. Vodorastvorljiva biljna hraniva se lako ispiraju iz zone aktivne rizosfere (korenovog sistema).

Glinovita zemljišta su teška, sastavljena od vrlo malih čestica koje se čvrsto uklapaju sa manjim brojem krupnih međusobno povezanih pora. Ovakva zemljišta imaju kratak vremenski interval kada je povoljna vlažnost za obradu zemljišta. Proceđivanje suviše vode, a time i aeracija zemljišta su otežani. U proleće su dugo vlažna i hladna što utiče na skraćanje vegetacionog perioda dugogodišnjih zasada. Glinovita zemljišta treba navodnjavati sa manjim brojem zalivanja od peskovitih, ali sa većim zalivnim normama. Glinovita zemljišta su potencijalno plodna jer imaju veći kapacitet adsorpcije i usvajaju veću količinu vodorastvorljivih biljnih hraniva (pogotovo kalijuma, kalcijuma i magnezijuma). Međutim, u ovakvim zemljištima hraniva su često u nedovoljno pristupačnom obliku za biljke.

Ilovasta zemljišta sadrže dovoljno vazduha i vode, nisu hladna, dobro upijaju vodu i sprovode je kroz zemljište, nisu teška za obradu, imaju intenzivnu mikrobiološku aktivnost i najzad, pružaju dobro stanište biljkama.

Na osnovu analiza u ovom istraživanju (tabela 7) glina je dominantna frakcija u ispitivanom zemljištu, s učešćem od više od 50%, u proseku. Takođe, dominantna teksturna klasa je glina u 75% ispitivanih parcela, od čega 40% od ukupno ispitivanih parcela pripada teškoj glini. Četvrtina ispitivanih parcela karakteriše se lakšim mehaničkim sastavom, sa dominantnom frakcijom peska.

Iako su navedene ovako negativne karakteristike glinovitih zemljišta, ono može biti veoma pogodno za gajenje vinove loze. Iz tog razloga veoma je važno obratiti pažnju na lozne pologe, a pohvalno što pojedini vinogradari rade laboratorijske analize zemljišta i vrše izbor loznih podloga na osnovu ih rezultata. Prilikom istraživanja, utvrđeno je da na teškim zemljištima pretežno dominira podloga *B x R Kober 5 BB*, dok na lakšim dominira *Rupestris du Lot (Rupestris Monticola)*.

Tabela 7. Mehanički sastav zemljišta, vrednosti istraživanja

Parametar (%)	Srednja vrednost	Minimalna vrednost	Maksimalna vrednost	Procenat 25%	Procenat 75%	Standardna devijacija
0–30 cm						
Krupan pesak	8,73	1,41	33,38	2,35	17,47	9,34
Sitan pesak	25,91	13,10	42,86	23,07	29,51	8,09
Prah	25,00	19,20	35,20	21,80	27,20	4,85
Glina	40,36	11,36	65,76	26,56	52,60	16,52
30–60 cm						
Krupan pesak	8,24	1,11	33,04	2,53	13,59	8,32
Sitan pesak	26,29	14,12	46,11	23,03	31,66	8,55
Prah	26,17	19,20	38,80	21,20	30,80	6,47
Glina	39,31	12,56	64,56	26,56	51,36	16,81

3.3.3. pH reakcija zemljišta, hidrolitička aktivnost i kalcizacija zemljišta

Pod pH reakcijom zemljišta najčešće se podrazumeva reakcija zemljišnog rastvora. Reakcija tečne faze zemljišta zavisi od koncentracije disosovanih vodonikovih jona, od količine rastvorenog ugljen-dioksida i drugih kiselina u zemljišnom rastvoru. Reakcija zemljišta ili pH vrednost zemljišta ima veliki uticaj na rast i razviće biljaka i mikroorganizama, ali i na brzinu i pravac hemijskih i biohemijskih procesa u zemljištu. Usvajanje hranljivih elemenata, intenzitet mikrobiološke aktivnosti u zemljištu, mineralizacija organske materije, razlaganje zemljišnih minerala i rastvaranje teško rastvorljivih jedinjenja, koagulacija i peptizacija koloida, kao i drugi fizičko-hemijski procesi u velikoj meri zavise od pH reakcije zemljišta.

Zbog velikog značaja ovog parametra, danas je teško zamisliti da bilo koji proizvođač ne poznaje pH zemljišta na kome gaji svoje poljoprivredne kulture. Kiselost zemljišta (pH vrednost) dvojako deluje na biljke: direktno (uticaj na pH ćelijskog soka) i indirektno (uticaj na pristupačnost biogenih elemenata i mikrobiološku aktivnost u zemljištu). Pristupačnost hranljivih materija biljkama zavisi od reakcije zemljišta. Nedostatak mnogih hranljivih elemenata može se izbeći ako se pH održava između 6,0 i 7,0. Nedostatak ili višak pojedinih hranljivih elemenata najčešće se javlja kada je pH vrednost van ovih granica. Reakcija zemljišta je od izuzetnog značaja za pravilnu primenu đubriva, a od nje zavisi i izbor đubriva, njihove primenjene doze, usvajanje i dr. Takođe, đubriva mogu promeniti reakciju zemljišnog rastvora. Niska pH vrednost (kisela zemljišta) najčešće je prirodna osobina zemljišta i potiče od pH reakcije matičnog supstrata na kome se zemljište obrazovalo. U starijim vinogradima, pH reakcija može biti niža usled dugotrajne neadekvatne primene kiselih đubriva, odnosno đubriva kisele reakcije.

Na osnovu supstitucione kiselosti (pH u 1M KCl), zemljišta su podeljena u šest grupa:

pH reakcija u 1M KCl	Klasa zemljišta
≤ 4,5	jako kisela
> 4,5–5,5	kisela
> 5,5–6,5	slabo kisela
> 6,5–7,2	neutralna
> 7,2–8,2	slabo alkalna (bazna)
> 8,2	alkalna (bazna)

Ispitivana zemljišta u našim istraživanjima kreću se u rasponu pH reakcije od kiselih do slabo alkalnih (baznih) zemljišta. Prema rezultatima istraživanja (tabela 8), najveći deo (40% ukupnih ispitivanih uzoraka) ima slabo alkalnu reakciju zemljišta. Neutralna i slabo kisela reakcija zauzimaju po 15% ispitivanih uzoraka, dok kisela reakcija zauzima 30%. U uzorcima kiselih zemljišta radi se dodatna analiza hidrolitičke kiselosti, kako bi se utvrdila potreba za kalcizacijom.

U većini slučajeva reakcija zemljišta sa dubinom uzorkovanja raste, međutim postoje izuzeci. Na nekim mestima već je izvršena mera kalcizacije, međutim krečno sredstvo je primenjeno samo u površinskom sloju (0–30 cm), pa nije postignut efekat u dubljem sloju ispitivanog zemljišta (30–60 cm). Takođe, na nekim parcelama je pred zasnivanje vinograda izvršeno duboko oranje (rigolovanje), gde je došlo do mešanja slojeva zemljišta u okviru dubine rigolovanja.



Fotografija 6. Lokalitet Tuleš, zemljište kisele pH reakcije



Fotografija 7. Lokalitet Drenča (potes Lukarevina), zemljište bazne pH reakcije

Na 60% ispitivanih parcela s kiselom reakcijom zemljišta, analiza hidrolitičke kiselosti je pokazala da je neophodna kalcizacija, dok je na ostalim kiselim parcelama ova mera fakultativna.

Količina utroška sredstava za kalcizaciju takođe je preporučena na osnovu rezultata analize potencijalne hidrolitičke kiselosti. Kalcizacija predstavlja primenu krečnog sredstva na kiselim zemljištima u cilju podizanja pH vrednosti i sadržaja CaCO_3 . Kalcizacijom kiselih zemljišta povećava se pristupačnost hranljivih elemenata gajenim biljkama, smanjuje toksičnost aluminijuma i/ili mangana, poboljšava struktura zemljišta, što rezultira poboljšanjem kvaliteta i prinosa vinove loze. Kalcizaciju kao meliorativnu meru treba izvršiti u jesen, u periodu mirovanja biljaka, uz obavezno rasturanje organskog đubriva (stajnjaka) i duboku obradu zemljišta. Kalcizaciju vinograda u rodu treba sprovesti vrlo pažljivo, naročito kada su u pitanju vinske sorte vinove loze. Prilikom unošenja velikih količina krečnog sredstva dešavaju se burne reakcije u zemljištu koje mogu negativno uticati na biljke vinove loze i njihovo usvajanje hraniva. Ovakav pristup ima za cilj postepenu popravku zemljišnih karakteristika, kao i minimalni uticaj na rast i razvoj biljaka. Na ispitivanim parcelama slabo kisele reakcije zemljišta preporučuje se primena fiziološki alkalnih azotnih đubriva, kao što je KAN, odnosno formulacije mineralnih đubriva koja u sebi sadrže kalcijum. Na parcelama alkalne reakcije preporučena je primena fiziološki kiselih azotnih đubriva, kao što su AN ili urea.

Na osnovu ranijih istraživanja zemljišta vinograda u vinogradarskom rejonu Tri Morave (na 56 vinogradarskih parcela) sprovedenih 2015. godine [5], najveći deo ispitivanih uzoraka je imalo kiselu reakciju, sa značajnim površinama (više od 60%) gde je mera kalcizacije bila neophodna. Rezultati u navedenom prethodnom istraživanju su generalni, budući da vinogradarski rejon Tri Morave, kao i sva njegova pripadajuća vinogorja u Rasinskom okrugu imaju izražen pedodiverzitet (zastupljenost različitih tipova zemljišta), te je bliža karakterizacija zemljišta na nivou vinogradarskog mikropodručja, odnosno proizvodne parcele neophodna pri zasnivanju svakog pojedinačnog vinograda.

Tabela 8. Osnovni hemijski parametri zemljišta i vrednosti istraživanja

Parametar	Srednja vrednost	Minimalna vrednost	Maksimalna vrednost	Procenat 25%	Procenat 75%	Standardna devijacija
0–30 cm						
pH u KCl	6,38	4,82	7,73	5,43	7,25	1,07
pH u H_2O	7,59	6,21	8,65	6,71	8,41	0,89
CaCO_3 (%)	7,08	0,00	25,58	0,51	11,94	8,50

humus (%)	1,61	1,07	2,13	1,51	1,78	0,28
Ukupni N (%)	0,12	0,09	0,15	0,11	0,13	0,03
P ₂ O ₅ (mg/100 g)	9,02	1,07	32,55	4,53	10,63	7,78
K ₂ O (mg/100 g)	20,04	5,89	46,67	14,44	23,79	9,00
30–60 cm						
pH u KCl	6,49	4,55	7,91	5,07	7,41	1,19
pH u H ₂ O	7,73	6,25	8,73	6,53	8,52	1,00
CaCO ₃ (%)	10,54	0,00	37,09	0,68	17,90	11,64
humus (%)	1,15	0,56	1,58	0,92	1,39	0,29
Ukupni N (%)	0,11	0,05	0,19	0,09	0,13	0,03
P ₂ O ₅ (mg/100 g)	3,48	0,34	6,88	1,85	4,21	1,95
K ₂ O (mg/100 g)	12,20	3,60	19,23	8,69	16,26	4,90

3.3.4. Sadržaj slobodnih karbonata i fiziološki aktivnog kreča

Jedan od važnih zemljišnih uslova za uspešno gajenje vinove loze je optimalni sadržaj karbonata u zemljištu. Kako je vinova loza kosmopolitska biljka postoje značajna i poznata vinogradarska područja s karbonatnim zemljištem nastalim na krečnjačkim stenama, kao što je npr. Burgundija (*Bourgogne*), Francuska; Monferato (*Monferrato*), Italija; La Manča (*La Mancha*), Španija; Paso Robles, Kalifornija, SAD; itd.

Sadržaj karbonata u zemljištu se ne može posmatrati izdvojeno kao parametar kvaliteta, jer je dinamično povezan sa svim ostalim fizičko-hemijskim karakteristikama zemljišta, ali je svakako određujući parametar pri odabiru tolerantnih podloga vinove loze, ukoliko je prisutan u viskom sadržaju.

Najčešća posledica visokog sadržaja karbonata u zemljištu netolerantnih loznih podloga je hloroza lišća vinove loze. Hloroza vinove loze predstavlja fiziološki poremećaj u biljci uzrokovan nedostatkom pojedinih hraniva. Vidljivi simptom stanja hloroze kod vinove loze je pojava blede zelene do žute boje na lišću. Ukoliko se simptomi javljaju na mlađem lišću govorimo o nedostatku mikroelemenata: gvožđa, cinka, molibdena i bora, dok se na starijem lišću javljaju simptomi usled nedostatka magnezijuma [12]. Pored primarnih mogu se pojaviti i sekundarni simptomi, što vizuelnu dijagnozu čini nepouzdanom, pa je hemijska analiza neophodna za utvrđivanje pravog uzroka, posebno u slučaju višestrukih simptoma nedostatka hranljivih materija [13].

U zemljištu ima slobodnih karbonata kao soli kalcijuma ili drugih elemenata, i to naročito u sušnim i suvljim područjima, odnosno u zemljištima čija je pH iznad 7. Karbonati u zemljištu su poreklom od prirodnih minerala kalcijuma i magnezijuma, kalcita CaCO₃ i dolomita CaCO₃·MgCO₃ i drugih minerala (npr. u slatinama natrijum-karbonata Na₂CO₃). Karbonati su jedinjenja koja se lako rastvaraju i lako stupaju u hemijske reakcije, pa na taj način pomeraju pH reakciju zemljišta od kisele ka baznoj sredini. Za rastvaranje karbonata u zemljištu, potrebne su određene količine ugljene kiseline. Ugljena kiselina najčešće nastaje rastvaranjem ugljen-dioksida (CO₂ – produkt disanja korena i zemljišnih mikroorganizma) u vodi. Rastvaranje karbonata u zemljištu je, s jedne strane pozitivno, jer se time oslobađaju kalcijum i magnezijum neophodni za ishranu biljaka. Međutim, negativna strana ovog procesa je u vezi s povećanjem bazne reakcije zemljišta do direktnog štetnog dejstva za biljke, ili indirektnog jer onemogućava usvajanje potrebnih hraniva. U reakciji kalcijum-karbonata i ugljene kiseline dolazi do oslobađanja veće količine pozitivno naelektrisanih Ca²⁺ jona i negativno naelektrisanih HCO₃⁻ jona. U uslovima zbijenih zemljišta i zemljišta loše strukture, nastali CO₂ ne može lako da ispari iz zemljišta, te uz povećanu vlažnost, dolazi do nakupljanja značajno veće količine ovih jona. Od ukupnih izmenjivih pozitivno naelektrisanih jona u baznim zemljištima, više od 80% otpada na kalcijum, a manje od 20% na magnezijum i kalijum [14].

Kalcijum pokazuje veliku adsorptivnu sposobnost (moć vezivanja) zbog čega dominira nad ostalim katjonima u adsorptivnom kompleksu zemljišta. Zbog svog pozitivnog naelektrisanja, kalcijum se lako adsorbuje na površine koloidnih glinenih minerala i organske materije, koje imaju negativno naelektrisanje, i tako zajedno formiraju izmenjivački kompleks zemljišta. Prisustvo CaCO₃ utiče na stvaranje strukturnih agregata, odnosno, poboljšava strukturu zemljišta u vidu Ca-humata. Osim toga, CaCO₃ je i glavni neutralizator kiselosti zemljišta jer deluje kao pufer i time omogućava dobru pufernu sposobnost zemljišta. U zemljištima s visokim sadržajem karbonata, Ca-jon može biti uzrok negativnih pojava. Visok sadržaj slobodnog CaCO₃ ukazuje na mogućnost nedostatka pojedinih makro i mikroelemenata, jer je njihovo usvajanje od strane biljaka u ovakvim uslovima otežano.

Sve ukupno, reakcija zemljišta je u visokoj korelaciji sa sadržajem slobodnih karbonata u zemljištu, a oni deluju na razne načine: smanjuju kiselost zemljišta, izvor su kalcijuma i magnezijuma za ishranu biljaka, poboljšavaju usvajanje ostalih bitnih hraniva, poboljšavaju strukturu zemljišta i ostale fizičko-hemijske karakteristike zemljišta. Ukoliko je sadržaj slobodnih karbonata u zemljištu visok, onda oni obrnuto, mogu znatno pogoršati kvalitet zemljišta i nepovoljno uticati na rast i prinos vinove loze.

U slučaju da postoji opasnost od visokog sadržaja kalcijum-karbonata, potrebno je obaviti dodatnu laboratorijsku analizu zemljišta na **sadržaj fiziološki aktivnog kreča**. Zemljišta s visokim sadržajem karbonata, ne moraju nužno imati negativan uticaj na rast biljaka, jer isti može da se nalazi u neaktivnom obliku. Fiziološki aktivni kreč je važan faktor u vinogradarskoj proizvodnji, jer od njega zavisi izbor podloge i odabir agrotehničkih mera. Podloge vinove loze različito reaguju na sadržaj aktivnog kreča. Najosetljivije podloge reaguju već pri sadržaju od 6%, a tolerantnije mogu da podnesu i do 40% aktivnog kreča u zemljištu. Načini đubrenja vinove loze na takvim zemljištima se znatno razlikuje od đubrenja na kiselim zemljištima, zbog značajnog uticaja slobodnog kalcijuma i visoke pH vrednosti na pristupačnost hraniva i zbog hemijskih reakcija koje podstiču trajni gubitak ili fiksaciju hraniva. Na zemljištima bogatim karbonatima, usvajanje gvožđa, cinka, mangana i bakra je značajno otežano zbog slabe rastvorljivosti jedinjenja koja sadrže mikroelemente usled baznosti zemljišta [12].

Takođe, izvor povećanja sadržaja kalcijuma u zemljištu, pored matičnog suspstrata, može biti i voda za navodnjavanje. Pri vrednostima od 3,3 meq/l u vodi za navodnjavanje sadržaj bikarbonata (HCO_3^{2-}) može imati negativan efekat na biljnu proizvodnju te je neophodno izvršiti tretman voda [15].

Nasuprot tome, na zemljištima izrazito kisele reakcije preporučuje se unošenje veće količine krečnog sredstva kako bi se stvorili povoljniji uslovi zemljišta za usvajanje makro i mikro hranljivih elemenata i neutralisao negativni uticaj jona gvožđa i aluminijuma.

Na osnovu svega opisanog, možemo zaključiti da je sadržaj karbonata u zemljištu, kao i fiziološki aktivan kreč važan parametar za uspešno gajenje vinove loze i jedan od presudnih za izbor podloge vinove loze kod zasnivanja novih vinograda. Kao svi ostali pokazatelji kvaliteta, karbonati u zemljištu nisu ni poželjni, niti nepoželjni, već je važno da njihov sadržaj bude uravnotežen.

Kao vodič ka optimalnom sadržaju karbonata u zemljištu, postoje sledeće opisne klase zemljišta prema sadržaju karbonata:

Sadržaj CaCO_3 (%)	Klasa zemljišta
0	Beskarbonatno zemljište
0–2	Slabo karbonatno zemljište
> 2–5	Srednje karbonatno zemljište
> 5–10	Karbonatno zemljište
> 10	Jako karbonatno zemljište

Prema rezultatima istraživanja (tabela 9), na ispitivanim lokacijama u površinskom sloju (0–30 cm) **sadržaj karbonata** kreće se od 0% do 25,58% s prosečnom vrednošću od 7,08%. Za dublji sloj zemljišta karakteristične su nešto više vrednosti i one se kreću od 0% do 37,09% s prosečnom vrednošću od 10,54%. U ispitivanim zemljištima zastupljene su sve klase po pitanju sadržaja CaCO_3 , i to od beskarbonatnog do jako karbonatnog zemljišta. U zemljištima sa visokim sadržajem karbonata može biti negativnih pojava. Visok sadržaj slobodnog CaCO_3 ukazuje na mogućnost nedostatka pojedinih makro i mikroelemenata, jer je njihovo usvajanje od strane biljaka vinove loze u ovakvim uslovima otežano.

Najveća učestalost ispitivanih uzoraka je u okviru klase jako karbonatnog zemljišta, što sve ukazuje na neophodnost laboratorijskih analiza zemljišta na ukupni sadržaj karbonata i sadržaj fiziološki aktivnog kreča pre zasnivanja vinograda, te izbora adekvatnih podloga vinove loze tolerantnih na veći sadržaj kreča u zemljištu.

Na osnovu ranijih istraživanja zemljišta pod vinogradima u vinogradarskom rejonu Tri Morave [5], od ukupnih površina u istraživanju rejonu, 63% je bilo beskarbonatno u površinskom sloju zemljišta (0–30 cm). Klasi slabo karbonatnog zemljišta pripadalo je oko trećina površina, dok su klase srednje i jako karbonatno zemljište bile zatupljene sa po 1%. Maksimalan sadržaj je bio 18,4% CaCO_3 na vinogradarskoj parceli s alkalnom reakcijom zemljišta.

Tabela 9. Sadržaj fiziološki aktivnog kreča u zemljištu sa sadržajem karbonata većim od 8%

ID	Dubina cm	Lokalitet	pH u KCl	pH u H_2O	CaCO_3 (%)	Aktivni kreč – AK (%)	Podloga - okvirna tolerantnost na AK
3	0–30	Drenča	7,73	8,65	25,58	9,60	<i>Rupestris</i> du Lot
3	30–60	(Lukarevina)	7,91	8,73	28,14	10,40	do 14% AK

4	0–30	Drenča	7,69	8,52	14,92	6,60	<i>Rupestris</i> du Lot
4	30–60	(Lukarevina)	7,63	8,66	15,35	7,80	do 14% AK
7	0–30	Puhovac	7,57	8,57	10,66	6,30	<i>Rupestris</i> du Lot
7	30–60		7,64	8,69	20,89	8,45	do 14% AK
13	0–30	Stubal	7,20	8,47	15,77	12,30	<i>B x R</i> Kober 5 BB
13	30–60		7,30	8,52	17,90	12,05	do 20% AK
14	0–30	Stubal	7,25	8,41	11,94	8,80	<i>B x R</i> Kober 5 BB
14	30–60		7,22	8,32	8,95	3,90	do 20% AK
15	30–60	Stubal	7,16	8,45	9,80	5,45	<i>u podizanju (nije vinograd)</i>
17	0–30	Bobote	7,23	8,34	23,45	8,10	Chasselas x <i>Berlandieri</i> 41B
17	30–60	(Varina)	7,46	8,62	25,58	9,55	do 40% AK
20	30–60	M. Sugubina	7,36	8,48	37,09	5,95	<i>B x R</i> Kober 5 BB do 20% AK

Na parcelama sa sadržajem karbonata većim od 8%, kao granica gde se potencijalno može ispoljiti štetno dejstvo karbonata na pristupačnost nutrijenata, te posredno na pojavu hloroze na listovima vinove loze, urađena je dodatna laboratorijska analiza na sadržaj fiziološki aktivnog kreča (tabela 9). Od 17 ispitivanih parcela, sadržaj karbonta je veći od 8% na šest parcela s ukupnom posmatranom dubinom zemljišta do 60 cm, dok je na dve parcele sadržaj karbonata povišen (iznad 8%) samo u dubljem sloju zemljišta (30–60 cm).

Prema sadržaju **fiziološki aktivnog kreča (CaO)**, istraživanjima su dobijeni rezultati u opsegu od 3,9 do 12,3% (tabela 9). Na osnovu tih rezultata možemo zaključiti da je situacija povoljna i da ove vrednosti nisu zabrinjavajući visoke, već na nekom umerenom nivou. Međutim, ovde je izbor podloga vinove loze ipak važan. Kako je već navedeno, tolerantnost loznih podloga može biti niska do visoka na sadržaj fiziološki aktivnog kreča u zemljištu. Najveću otpornost na fiziološki aktivan kreč imaju podloge Fercal i Chasselas x *Berlandieri* 41B, koja podnosi do 40% fiziološki aktivnog kreča. Slabu otpornost pokazuju podloge Violla i *Riparia portalis* koje podnose 6–11% CaO, a umerenu otpornost podloge *Berlandieri* x *Riparia* Kober 5BB, *Berlandieri* x *Riparia* SO4 i *Berlandieri* x *Rupestris* Ruggeri 140, koje podnose 17–25% CaO (tabela 10).

Tabela 10. Klasifikacija podloga prema tolerantnosti na sadržaj fiziološki aktivnog kreča u zemljištu (preuzeto od Čoga i Slunjski, 2018 ^[14])

Podloga	Tolerantnost na sadržaj aktivnog kreča (%) do:
Violla	-
<i>Riparia</i> Gloire 6	6
196-17	6
101-14	9
216-3	9
44-53	10
3309	11
1616	11
<i>Rupestris</i> du Lot	14
99R, 110R, 1103P, SO4	17
5BB, 420A, 34 EM	20
161-49	25
140 Ru	25
41B	40
333 EM	40
Fercal	-

Na ispitivanim parcelama u ovom istraživanju, sve postojeće podloge vinove loze su tolerantne na konkretno utvrđen sadržaj fiziološki aktivnog kreča u zemljištu (tabela 9), što je jako povoljna situacija s aspekta uspešne vinogradarske i vinarske proizvodnje. Pored toga, u Rasinskom okrugu najzastupljenije lozne podloge čine *Berlandieri* x *Riparia* Kober 5BB, a zatim *Berlandieri* x *Riparia* SO4, koje imaju umerenu toleranciju na sadržaj fiziološki aktivnog kreča u zemljištu, od 17 do 20% CaO. Na trećem mestu po površini vinograda u Rasinskom okrugu je podloga *Rupestris* du Lot (*Rupestris Monticola*) i to uglavnom u starijim vinogradima sa lokalnim sortama *prokupac* i *plovdina* (grupa

plovdina) s tradicionalnim uzgojnim oblicima. Ovi stariji zasadi su na podlozi koja ima nešto nižu toleranciju na sadržaj fiziološki aktivnog kreča – do 14% CaO (fotografije 10. i 11).

3.3.5. Sadržaj organske materije (humusa)

Organska materija se sve više označava kao najvažniji sastojak zemljišta jer, pored toga što je izvor hranljivih materija, predstavlja i faktor za očuvanje strukture i plodnosti zemljišta. Brojne su koristi i uloge organske materije u zemljištu, a neke od važnijih su sledeće: izvor azota i drugih hranljivih materija biljkama; povećanje dostupnosti vode biljkama u uslovima suše i njeno zadržavanje u slučaju viška i poplava; poboljšanje strukture zemljišta i smanjenje ugroženosti zemljišta od erozije i gubitaka; očuvanje biodiverziteta i ekoloških usluga zemljišta i još mnogo toga ^[16]. Sve zajedno, organska materija omogućava stabilniju proizvodnju hrane, odnosno veće i sigurnije prinose. Dodatno, kada se zemljište razumno koristi, ono može igrati važnu ulogu u ublažavanju klimatskih promena skladištenjem ugljenika i smanjenjem emisije gasova s efektom staklene bašte u atmosferu. Prema tome, zemljište može dati trostruki doprinos u borbi s klimatskim promenama.

Humus nastaje kroz dva paralelna dinamička procesa razgradnje i sinteze. Pod humusom se podrazumeva stabilna organska materija koja je nastala razgradnjom sveže organske materije i istovremeno nastaje sintezom nove složene organske materije uz pomoć mikroorganizama. Sadržaj humusa u zemljištu direktno određuje njegovu plodnost.

Najveći uticaj na dekompoziciju humusa u zemljištu imaju vlaga, sadržaj kiseonika, pH vrednost i temperatura zemljišta ^[17]. Nizak sadržaj humusa u zemljištu direktno utiče na manju: mineralizacionu sposobnost, elastičnost, apsorpcionu sposobnost zemljišta, efikasnost i iskoristivost primenjenih đubriva. Zbog toga, na površinama gde je uočeno smanjenje njegovog sadržaja, unošenje organskih đubriva, kao i oplemenjivača zemljišta s povećanim sadržajem ugljenika (biogalij), predstavlja neophodnu agrotehničku operaciju ^[18]. Organski ugljenik čini oko polovinu sastava organske materije (OM). Globalno posmatrano, zemljište sadrži više ugljenika do dubine od 1 m nego što ga ima u nadzemnoj vegetaciji i atmosferi zajedno. Međutim, sve veće površine zemljišta, usled klimatskih promena, intenzivne poljoprivrede, erozije i drugih oblika degradacije, paradoksalno, ispuštaju više ugljen-dioksida nego što ga skladište. Ovo može da poništi sve ostale sačuvane količine emisija gasova staklene bašte koje su drugi sektori ekonomije uspeali da postignu smanjivanjem. Dodatno, degradirana zemljišta su posebno ranjiva na klimatske promene i ekstremne uslove nepogoda, što dovodi u pitanje stabilnu proizvodnju hrane. Međunarodna zajednica je prepoznala ove globalne rizike i užurbano radi na očuvanju zemljišta od degradacije.

Prema sadržaju humusa, zemljišta pod vinogradima su podeljena u četiri grupe (Ninkov i sar., 2014 ^[4]; modifikacija Džamić i Stevanović, 2000 ^[19]):

Sadržaj humusa (%)	Grupe zemljišta
< 1	Vrlo slabo humozna
> 1–2	Slabo humozna
> 2–4	Humozna
> 4	Jako humozna

Prema rezultatima istraživanja (tabela 8), zemljišta analiziranih reprezentativnih vinograda vinogradarskih područja Rasinskog okruga su veoma siromašna humusom do klase koja ih svrstava u degradirana zemljišta. U površinskom sloju zemljišta samo dve ispitivane parcele od ukupno 17 ispitanih, imaju tek nešto viši sadržaj od klase slabo humoznog zemljišta, budući da je maksimalna vrednost čitavog istraživanja 2,13%. Kako u površinskom (0–30 cm), tako i u dubljem (30–60 cm) sloju zemljišta dominiraju uzorci koji se svrstavaju u klasu slabo humoznog zemljišta. Sadržaj humusa opada po dubini, što je uobičajeno kod svih zemljišta, međutim kod zemljišta pod višegodišnjim zasadima, kao što su vinogradi, veoma je važno da dublji slojevi, gde je aktivnost korena najveća, budu obogaćeni organskom materijom. Šest ispitivanih parcela istraživanja, što čini jednu trećinu uzoraka, u dubljem sloju zemljišta ima sadržaj humusa ispod 1% što se smatra degradiranim zemljištem, pa su potrebne hitne mere za povratak normalnih produktivnih funkcija zemljišta. Na kraju, treba napomenuti i to da sve ove parcele nisu zatravljene, već se ovde obavlja moćna međuredna obrada zemljišta.



Fotografija 8. Lokalitet Bobote (potes Varina), zatravljen vinograd

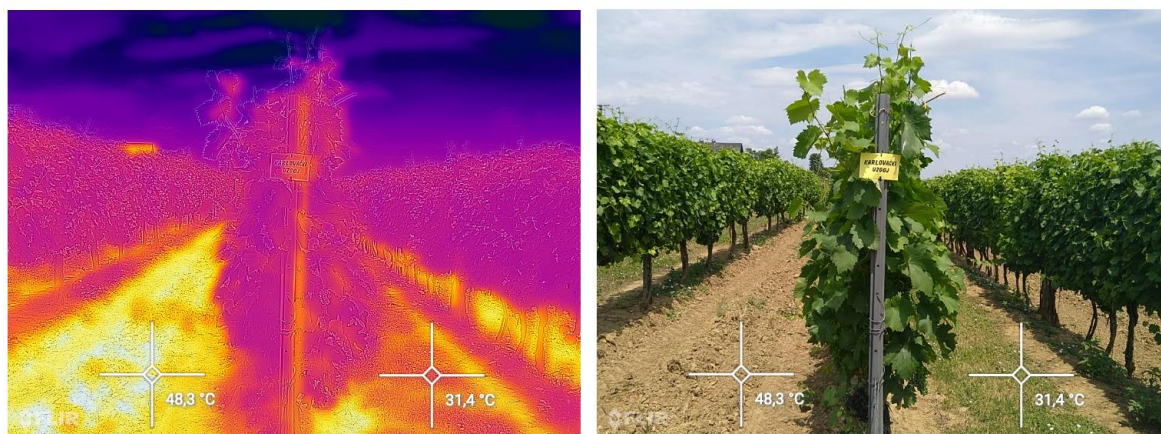
Na vrlo slabo humoznim i slabo humoznim površinama preporučuje se primena organskih đubriva (stajnjaka) radi povećanja sadržaja organske materije a samim tim i plodnosti zemljišta. Đubrenje organskim đubrivima obavlja se isključivo pred zaoravanje u jesen. Prilikom đubrenja stajnjakom treba dati naglasak na dublji sloj zemljišta. Očuvanje organske materije zemljišta je najvažniji zadatak za dugoročno održavanje kvaliteta zemljišta, što se postiže unošenjem organskih đubriva na svake četiri godine, bez izuzetaka. Preporučene količine unosa se dobijaju na osnovu laboratorijske analize zemljišta. Organsko đubrivo ne treba posmatrati samo kao izvor biogenih elemenata biljkama, nego i kao regulator vodno-vazdušnih, toplotnih i bioloških, kao i hemijskih osobina zemljišta.

Najveći oblik degradacije zemljišta Srbije je stalni gubitak organske materije. Međutim, ovaj problem prisutan je i u celom svetu usled intenzifikacije poljoprivredne proizvodnje, moćne obrade zemljišta, izostanka primene organskih đubriva, kao i drugih primenjenih intenzivnih agrotehničkih mera ^[19]. Situacija u našoj zemlji je još složenija, usled velikog i dugogodišnjeg nedostatka organskih đubriva prouzrokovanog devastacijom stočarske proizvodnje.

Gubitak organske materije doprinosi i drugoj velikoj degradaciji, i to eroziji zemljišta. Kao što je napred navedeno, procenjuje se da erozija (različitog stepena) ugrožava oko 80% poljoprivrednog zemljišta. U centralnim i brdsko-planinskim područjima erozija vodom je dominantna, dok u Vojvodini, prevladuje erozija vetrom (eolska erozija), koja ugrožava oko 85% poljoprivrednog zemljišta. Zemljišta pod vinogradima su u najvećoj meri podložna eroziji, u poređenju s ostalim načinima korišćenja zemljišta. Osim toga, postoji velika opasnost od klizišta, čak na trećini površine Srbije. U kontekstu klimatskih promena, ovaj rizik se povećava usled ekstreme obilnih padavina, u šta smo se, nažalost, uverili tokom poplava 2014. godine.

Usled razoravanja prirodnih staništa, kontinuiranog odnošenja biljaka sa zemljišta i drugih praksi intenzivne biljne proizvodnje u poslednjem veku, svetska poljoprivredna zemljišta imaju stalni trend gubitka organske materije. Takva situacija je i u našoj zemlji, smanjuje se broj proizvođača koji mogu da se pohvale da na svojim njivama imaju sadržaj humusa veći od tri odsto, što je jako bitno za uspešnu proizvodnju, posebno sada u svetlu klimatskih promena (fotografije 9/1. i 9/2). Marginalizovana primena organskih đubriva u našoj zemlji je posledica pre svega smanjenog stočnog fonda. Organsku materiju iz zemljišta gubimo i usled nedostatka mehanizacije za primenu stajnjaka, spaljivanja žetvenih ostataka i njihovog odnošenja s parcela, gubitka plodoreda, usled erozije, neadekvatne obrade zemljišta i drugih uzroka.

Pored mera koje imaju za cilj povećanje stočnog fonda, potrebno je da se primenjuju i sve druge raspoložive mere za očuvanje organske materije u zemljištima, a neke od njih su: očuvanje plodoreda, redukovana obrada zemljišta, organska proizvodnja, pokrovni usevi, međuusevi, zelenišno đubrenje, primena mikrobioloških preparata za razgradnju žetvenih ostataka, vetrozaštitni pojasevi i druge protiverozivne mere, zasnivanje pašnjaka i livada, primena organskih materijala nastalih kompostiranjem ili kao nusproizvodi iz prehrambene industrije i dr.



Fotografije 9/1. i 9/2. Relativne razlike u temperaturi snimljene termalnom FLIR kamerom, Ogledno dobro Poljoprivrednog fakulteta u Sremskim Karlovcima, jun 2022.

Svim ovim merama je zajedničko da se one odnose na način upravljanja – odnosno gazdovanja zemljištem. Pored toga, svim ovim merama tzv. ugljeničke poljoprivrede zajedničko je minimalno narušavanje zemljišnog sklopa, kako bi mikroorganizmi i drugi živi organizmi zemljišta obavljali svoju prirodnu funkciju. To znači samo dve stvari: da je zemljište potrebno minimalno obrađivati, kao i da površina zemljišta ne sme biti gola, odnosno bez vegetacije. Minimalna obrada ne znači nužno, potpuno izostavljanje mehanizovane obrade zemljišta, već da se ona obavlja ređe i na manjoj dubini zemljišta. Površina zemljišta, takođe, ne mora biti nužno pod trajnom višegodišnjom vegetacijom, već je moguće ostaviti zemljište pod pokrivanjem biljnih ostataka, kao što su žetveni ostaci. Ovo su dobre vesti u smislu da ako promenimo agrotehniku – možemo značajno da doprinesemo i ublažavanju klimatskih promena. Poljoprivredni proizvođači su u trenucima istorijskih kriza uvek bili na prvoj liniji odbrane, često prepušteni sami sebi, pa je zbog toga sada trenutak da im se institucionalno pomogne u očuvanju organske materije u našim zemljištima.

Ono što je već moguće primenjivati u vinogradima u cilju povećanja organske materije i što je prepoznato na međunarodnom nivou kao dobra agroekološka praksa, jeste zatravnjivanje vinograda (fotografija 8). Osim toga, moguće je primenjivati i zelenišno đubrenje zasnovanim međurednih useva pogodnih biljnih vrsta (najčešće leguminoza), te njihovo košenje i/ili zaoravanje u momentu najveće sveže biomase, kako ne bi došlo do nedostatka potrebne vlage u zemljištu vinograda. Međutim, treba i napomenuti da je potrebna obazrivost u slučaju mladih vinograda kada je primena zelenišnog đubrenja u pitanju u uslovima sušnijeg perioda, jer se može imati suprotan efekat, tj. kratkotrajno dovesti do deficita vlage u površinskom sloju zemljišta.

3.3.6. Sadržaj makroelemenata azota, fosfora i kalijuma

Za rast i razvoj biljaka neophodna je adekvatna mineralna ishrana, odnosno dovoljne količine pristupačnih oblika pojedinih hranljivih elemenata u zemljištu. Azot, fosfor i kalijum su makroelementi, koji su najčešće deficitarni u zemljištu, pa ih je neophodno unositi đubrivima.

Azot se smatra najvažnijim među neophodnim hranljivim elementima i nosiocem prinosa. Ovaj element je konstitutivni deo mnogih jedinjenja u biljkama, kao što su nukleinske kiseline, proteini, hlorofil, amini, amidi, alkaloide i dr., tako da učestvuje u izgradnji ćelijskih organela, ćelija, tkiva i svih organa biljaka, a ima značajnu ulogu u prometu materija. S obzirom na njegovo učešće u životnim procesima, on najčešće ima i najvidljiviji uticaj na neto primarnu produkciju organske materije, a time i na prinos gajenih biljaka.

Najveće potrebe vinove loze za azotom su na početku vegetacionog perioda i tokom intenzivnog rastenja lastara, koje zatim opadaju u vreme usporenog rastenja do početka sazrevanja grožđa, dok tokom sazrevanja grožđa ponovo rastu. Za vreme opadanja lišća nema usvajanja azota. Zbog toga, primenu azota treba ograničiti u najvećoj meri na početak vegetacije do perioda završetka intenzivnog rasta lastara. Zbog toga je preporučljivo rano u proleće uraditi N-min. analizu, kojom se određuju količine mineralnog azota u zemljištu. Na osnovu ovih rezultata moguće je dati preciznu preporuku đubrenja azotom.

Prema sadržaju ukupnog azota u zemljištu postoje tri klase obezbeđenosti (Džamić i Stevanović, 2000 ^[19]):

Sadržaj ukupnog azota (%)	Klase obezbeđenosti
< 0,1%	siromašno
0,1–0,2%	srednje obezbeđeno
> 0,2%	dobro obezbeđeno

Prema ovim kriterijumima koji su usmereni na proizvodnju ratarskih kultura, nijedan ispitivan uzorak nije u klasi dobre obezbeđenosti. Devet uzoraka se nalazi u klasi siromašnoj azotom, dominantno su to dublji slojevi zemljišta, dok su preostali uzorci u klasi srednje obezbeđenosti.

Fosfor posredno ili neposredno utiče na brojne fiziološke procese u biljkama: sinteza sekundarnih anabolita, promet energije, izgradnja nukleinskih kiselina, nukleotida, lipida i dr. Ovaj element pomaže formiranje cvetnih pupoljaka, ubrzava sazrevanje plodova, povećava trajnost plodova pri čuvanju, a povećava i otpornost drveta prema mrazu. Višak fosfora u prirodnim uslovima se retko javlja, i to pre svega usled neadekvatne upotrebe mineralnih đubriva. Veće količine fosfora ubrzavaju metabolizam, skraćuju vegetaciju i dovode do prevremenog cvetanja i starenja biljaka. Visok sadržaj fosfora može prouzrokovati nedostatak cinka, zbog njihovog antagonizma.

Nedostatak fosfora usporava stvaranje cvetnih i lisnih pupoljaka, kao i razvoj mladara. Novo lišće je uspravno, tamnije zelene boje i ne dostiže normalnu veličinu. Kasnije lišće dobija ljubičasto crvenu nijansu, naročito peteljka i nervatura bliža njoj. Izraženo je u vreme hladnijih proleća i leta. Pri vrhu mladara ostaje samo nekoliko listova purpurno crvene boje. Plodovi bivaju neugledni i bez čvrstine. Dodatni problem u slučaju niske obezbeđenosti fosforom predstavlja reakcija zemljišta (preniska-kisela ili previsoka-alkalna zemljišta) čija je posledica fiksacija fosfora. Na ovakvim zemljištima đubrenje fosforom ima nezadovoljavajući efekat zbog čega je neophodno obaviti korekciju reakcije zemljišta. Bez korekcije kiselosti/alkalnosti, preporučuje se primena fosfornih đubriva u trake kao i unošenje manjih količina ovih đubriva u više navrata. Visoke doze fosfora primenjene mineralnim đubrivima se ne preporučuju zbog slabijeg efekta. Upotreba organskih đubriva smanjuje štetnu fiksaciju mineralnog fosfora u ovakvim zemljištima.

Kalijum je nezamenljiv kao hranljivi elemenat. Kalijum učestvuje u hlorofilnoj asimilaciji, sintezi ugljenih hidrata, metabolizmu azota, kao i u vodnom režimu biljaka. Osim toga ovaj element stimuliše rast mladog tkiva i rad fermenta, što doprinosi boljoj otpornosti na bolesti i smanjuje poleganje biljaka, odnosno vegetativnih organa. U slučaju nedostatka kalijuma dolazi do žute prebojenosti tkiva duž ivica listova, a često dolazi do prevremenog opadanja plodova. Višak kalijuma sam po sebi nije toksičan za biljku, ali velike količine ovog elementa u zemljištu mogu inhibirati usvajanje magnezijuma ili kalcijuma i na taj način dovesti do njihovog nedostatka ^[21]. Ovo je naročito važno na karbonatnim zemljištima malog katjonsko izmenjivačkog kapaciteta gde se češće javlja antagonizam između ovih elemenata.

Niska obezbeđenost kalijuma može biti posledica i fiksacije minerala gline tipa ilita i vermikulita. Na ovim zemljištima upotrebu mineralnih đubriva s naglašenim kalijumom treba ograničiti u pravcu višekratne primene i manjim količinama, dok visoke doze u osnovnom đubrenju nemaju zadovoljavajući efekat. Upotreba organskih đubriva povećava raspoloživost kalijuma u zemljištu.

Klasifikacija zemljišta na osnovu sadržaja lakopristupačnog fosfora i kalijuma predstavlja osnovu za primenu fosfornih i kalijumovih đubriva. Ranija praksa u davanju preporuka za đubrenje ovim elementima koristila je klase obezbeđenosti zemljišta po AL-metodi (pristupačni u amonijum-laktatu kao ekstrakcionom sredstvu), što je dovelo do određenih grešaka, jer su za vinovu lozu uzimane iste granične vrednosti kao za ratarske kulture. Otuda je dolazilo do niza nepoželjnih pojava u zasadima voćnjaka i vinograda, a najčešće do pojave hloroze izazvane nedostatkom gvožđa. Dosadašnja naučna ispitivanja i naša praktična iskustva govore, bar kad je reč o fosforu, da su ti nivoi daleko niži za voćke i vinovu lozu, nego za ratarske kulture, pogotovo ako se zna da je iznošenje fosfora prinosima voćaka i vinove loze znatno niže nego kod ratarskih kultura.

Na osnovu literaturnih podataka i praktičnih iskustava, optimalni nivo lakopristupačnog fosfora i kalijuma u voćarsko-vinogradarskoj praksi iznosio bi okvirno oko 15 mg P₂O₅ na 100 g zemljišta, odnosno 25 mg K₂O na 100 g zemljišta (Ninkov i sar., 2014 ^[4]; modifikacija Džamić i Stevanović, 2000 ^[19]):

Ocena nivoa obezbeđenosti	P ₂ O ₅ mg/100 g	K ₂ O mg/100 g
vrlo nizak (meliorativan)	≤ 4	≤ 7
nizak	> 4–8	> 7–15
srednji	> 8–12	> 15–20
optimalan	> 12–16	> 20–30
visok	> 16–20	> 30–35
vrlo visok	> 20	> 35
toksičan	> 50	> 50

Prema rezultatima istraživanja (tabela 8), sadržaj lakopristupačnog fosfora i kalijuma u zemljištu je pod jakim antropogenim uticajem, odnosno njihov sadržaj jako zavisi od načina đubrenja. Naša istraživanja su pokazala da su ispitivane parcele generalno siromašne fosforom. Sadržaj fosfora kreće se u opsegu od vrlo niske (meliorativane) pa do vrlo visoke obezbeđenosti. U površinskom sloju zemljišta (0–30 cm) najveća učestalost uzoraka prema sadržaju fosfora je u klasi srednje obezbeđenosti, dok je u dubljem sloju zemljišta (30–60 cm) najveća učestalost uzoraka u klasi niske obezbeđenosti. Interesantno je da u klasi okvirno optimalne obezbeđenosti (od 12 do 16 P₂O₅ mg/100 g) ne spada nijedan ispitivani uzorak. U klasi visoke obezbeđenosti nalaze se samo tri uzorka iz površinskog sloja zemljišta. Maksimalna vrednost ispitivanja je 32,5 mg/100g P₂O₅ u površinskom sloju zemljišta na parceli koja istovremeno u dubljem sloju ima sadržaj od tek 3,8 mg/100 g, što ukazuje da je ovde obavljeno đubrenje po površini, i da nije primenjeno potrebno unošenje hraniva u dublji sloj aktivnosti korena vinove loze.

Na obezbeđenost zemljišta fosforom utiče niz činilaca. To su prvenstveno mehanički sastav zemljišta, pH vrednost, sadržaj CaCO₃, te ostale hemijske i fizičke osobine zemljišta [21]. Pored uticaja čoveka, nizak sadržaj fosfora je posledica i prirodnih pedogenetskih procesa u ispitivanim vinogradarskim područjima Rasinskog okruga, odnosno obrazovanja zemljišta na matičnom supstratu koji je siromašan fosfornim mineralima. Na osnovu rezultata istraživanja možemo zaključiti da na većini posmatranih površina treba obaviti pojačano đubrenje fosforom s preporučenim količinama, uz obaveznu kontrolu plodnosti nakon ovog perioda. Ovakav pristup omogućava postepeno povećanje sadržaja fosfora uz istovremeno poboljšanje kvaliteta. Đubrenjem po površini neće se postići zadovoljavajući efekti zbog slabe pokretljivosti fosfora i kalijuma po solumu. Zbog toga je predloženo unošenje ovih biogenih elemenata na veću dubinu. Optimalna meliorativna mera bilo bi kombinovanje unosa fosfornih đubriva s organskim đubrivima-stajnjakom. Na ovaj način, zemljište se obogaćuje organskom materijom, a istovremeno ona doprinosi transportu fosfora na veću dubinu. Ovakav pristup prilikom izvođenja đubrenja neophodan je u cilju stabilizovanja visine i kvaliteta roda, postizanja dobrih ekonomskih efekata gajenja, kao i očuvanja željenih osobina zemljišta za njegovo dugogodišnje – neograničeno korišćenje. Dobar efekat takođe može se postići đubrenjem fosfornim đubrivima u trake, kao i unošenje manjih količina ovih đubriva u više navrata.

Prema sadržaju lakopristupačnog kalijuma (tabela 8), situacija je povoljnija u poređenju sa sadržajem fosfora. Rezultati istraživanja se takođe kreću u opsegu od vrlo niske (meliorativane) pa do vrlo visoke obezbeđenosti. Međutim, u površinskom sloju zemljišta dominira optimalni sadržaj, dok je u dubljem sloju zemljišta najzastupljeniji kalijum u srednjoj klasi obezbeđenosti. Vrlo nizak sadržaj kalijuma nalazi se u pet uzoraka, od kojih četiri pripada dubljem sloju zemljišta. Sve ukupno četiri posmatrane parcele zahtevaju meliorativne količine unosa kalijuma, što ipak čini oko četvrtinu posmatranih parcela istraživanja. Vrlo visok sadržaj kalijuma nalazi se na jednoj parceli u površinskom sloju kao maksimalna vrednost istraživanja od 46,7 mg/100 g K₂O. Ta parcela istovremeno u dubljem sloju ima nizak sadržaj od 9,1 mg/100 g. To je ista parcela koja ima ovakav disbalans i prema sadržaju lakopristupačnog fosfora, što potvrđuje da je ovde obavljeno đubrenje samo po površini.

3.3.7. Sadržaj i pristupačnost mikroelemenata bakra, gvožđa, mangana, cinka i bora

Za normalan rast i razvoj biljaka pored makroelemenata neophodni su i mikroelementi. Njihov značaj nije manji od makroelemenata, već oni su biljkama potrebni u manjim količinama. Do nedostatka mikroelemenata najčešće dolazi usled visoke ili niske pH vrednosti, visokog ili niskog sadržaja organske materije i visokog sadržaja kalcijum-karbonata. Nedostatak se može otkloniti primenom đubriva sa mikroelementima. Ako su određena svojstva zemljišta razlog nedovoljne raspoloživosti mikroelemenata, primena u zemljište neće značajno uticati na njihovu pristupačnost, bez prethodne korekcije limitirajućeg svojstva zemljišta (npr. alkalnost, kiselost i dr.). U takvim uslovima vrlo jednostavno

rešenje jeste folijarna primena mikroelemenata u helatnom obliku jer su potrebne količine ovih hraniva uglavnom male. S druge strane, visoke koncentracije mikroelemenata u zemljištu mogu posredno negativno uticati na plodnost zemljišta i mogu da prouzrokuju zagađenje agroekosistema.

Pristupačni sadržaj bakra (Cu), gvožđa (Fe), mangana (Mn) i cinka (Zn), u ovom istraživanju je analiziran ekstrakcijom zemljišta u DTPA, dok je sadržaj bora (B) određen ekstrakcijom zemljišta u toploj vodi. Ekstrakcija zemljišta sa DTPA, kao helatnog agensa, može da simulira prirodni proces unošenja biogenih elemenata (metala) korenovim sistemom, odnosno da se koristi za određivanje pristupačne koncentracije biljkama. Za ocenu obezbeđenosti zemljišta mikroelementima koriste se sledeći kriterijumi [4, 23, 24]:

Ocena nivoa obezbeđenosti	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	B (mg/kg)
Minimalne vrednosti	0,2	2,5–4,5	2	0,6	0,35
Optimalne vrednosti	1,2–2,4	11–21	10–20	3–6	1,5–2,0

Tabela 11. Sadržaj pristupačnih mikroelemenata i vrednosti istraživanja

Parametar (mg/kg)	Srednja vrednost	Minimalna vrednost	Maksimalna vrednost	Procenat 25%	Procenat 75%	Standardna devijacija
0-30 cm						
Pristupačni Cu	23,08	3,66	62,24	15,98	29,50	15,74
Pristupačni Fe	25,12	5,31	67,40	9,43	34,02	19,90
Pristupačni Mn	12,14	2,95	28,96	5,56	17,08	8,61
Pristupačni Zn	5,56	0,86	15,33	2,69	7,49	3,87
Pristupačni B	0,31	0,15	1,02	0,20	0,30	0,21
30-60 cm						
Pristupačni Cu	11,42	1,56	25,27	10,76	13,13	5,83
Pristupačni Fe	24,02	4,23	86,12	8,46	36,47	21,64
Pristupačni Mn	11,52	2,60	31,02	4,83	16,21	9,41
Pristupačni Zn	6,67	0,35	29,39	2,11	6,95	7,53
Pristupačni B	0,27	0,10	0,79	0,14	0,38	0,21

Bakar je neophodan element za biljnu proizvodnju i ima važnu fiziološku ulogu, a istovremeno je i teški metal čija povećana koncentracija može ugroziti biljnu proizvodnju. Brojna istraživanja sadržaja bakra u vinogradima ukazuju na veoma ozbiljan rizik njegove primene. Nedostatak bakra se zato, konkretno, ne može očekivati u zemljištima vinograda. Usled dugotrajne i intenzivne primene fungicida na bazi bakra, zemljišta vinograda generalno imaju problem sa suviškom bakra. Manifestacije suviška bakra na biljkama su iste kao i kod nedostatka gvožđa. Ukoliko suvišak nije tako velik, biljke tokom vegetacije normalno izgledaju, ali uz smanjenu razvijenost korenovog sistema.

Granica za nisku obezbeđenost zemljišta pristupačnim bakrom iznosi 1,2 do 2,4 mg/kg. Prosečna vrednost sadržaja pristupačnog bakra u ovom istraživanju je iznad optimalne vrednosti (tabela 11). Kako su u istraživanju uvrštene parcele starijih zasada, bilo je očekivano da je ovde sadržaj povišen usled dugotrajne primene fungicida na bazi bakra. Sadržaj bakra je viši u površinskom sloju zemljišta, što posredno ukazuje na njegovo antropogeno poreklo. U zemljištu ispitivanih parcela, sadržaj pristupačnog bakra varira u širokom opsegu od 1,5 do čak 62,2 mg/kg. Koncentracije pristupačnog bakra od preko 40 mg/kg mogu imati fitotoksično dejstvo i uticati na vigor mladih sadnica, dok su stariji zasadi generalno otporniji. Na osnovu rezultata istraživanja, zemljišta ispitivanih vinograda imaju povišen sadržaj bakra. Na ovom nivou se nalaze dve ispitivane parcele.

Gvožđe ima izuzetno važnu i specifičnu ulogu u živim organizmima, u čemu ga ne može zameniti neki drugi element. Gvožđe utiče na biosintezu hlorofila, kao i na fotosintezu i disanje. Još davne 1844. godine uočeno je da nedostatak gvožđa izaziva hlorozu na listovima vinove loze. Gvožđa u zemljištu ima daleko više od bilo kog drugog mikroelementa, nalazi se odmah iza O, Si i Al po zastupljenosti i čini oko 1–10% zemljišta. Gvožđe se pojavljuje u više oblika, i to u primarnim i sekundarnim mineralima, u različitim oksidima, sulfidima i drugo. Pored njegovog visokog udela u zemljištu, količina gvožđa u zemljišnom rastvoru koja je biljkama dostupna je izuzetno mala, te često dolazi do njegovog nedostatka. Obezbeđenost biljaka gvožđem često je nemoguće utvrditi na osnovu njegovog sadržaja u listovima. Iz tog razloga mnogo je veći značaj analize sadržaja pristupačnog gvožđa u zemljištu. Nedostaci pristupačnog gvožđa se najčešće pojavljuju na alkalnim zemljištima s mnogo kalcijum-karbonata (krečna hloroza), kod visoke primene fosfornih đubriva, dugog sušnog perioda, pri

unošenju većih količina sveže organske materije, gde dolazi do intenzivnog izdvajanja CO₂ i u drugim slučajevima.

Nedostatak gvožđa najintenzivnije se ispoljava u voćarsko-vinogradarskoj proizvodnji kroz pojavu hloroze, koja se prvo javlja na mladom lišću, za razliku od nedostatka magnezijuma koji se ispoljava na starijem lišću. Na početku, interkostalne površine najmlađih listova postaju svetlo-žute do žuto-zelene boje, a kasnije poprimaju limun žutu, pa ponekad i belu boju. Simptomi su najviše izraženi na najmlađem lišću, usled slabe pokretljivosti gvožđa iz starijih u mlade organe. Ukoliko je Fe-hloroza slabo izražena, hlorotični listovi ne opadaju i ostaju na biljci. Ako je pak Fe-hloroza jače izražena, krajem jula i avgusta otpadnu svi listovi. Takva stabla u narednoj godini obično ne ozelene, a ako ipak ozelene, posle kratkog vremena ista odumiru ^[23].

Na osnovu rezultata istraživanja (tabela 11), zemljišta ispitivanih vinograda su dobro obezbeđena pristupačnim gvožđem. Svi ispitivani uzorci su iznad granica za nisku obezbeđenost zemljišta, a učestalost uzoraka u oba sloja zemljišta je iznad granica za optimalni sadržaj. Ovo je veoma povoljna situacija, s obzirom na zabeležen visoki sadržaj karbonata u našim istraživanjima, koji potencijalno može blokirati usvajanje gvožđa.

Mangan je jedan od bitnijih mikroelemenata zbog uloge u oksido-redukcionim procesima. Biljke usvajaju mangan kao Mn²⁺, a njegova pristupačnost biljkama zavisi od faktora koji utiču na redukciju mangana iz visokooksidisanih oblika u labilniji dvovalentni oblik, i to pre svega od pH reakcija. Što je pH reakcija zemljište niža, to će u zemljištu biti više Mn²⁺ jona i obrnuto. Iz ovog razloga, ukupan sadržaj mangana ne pruža informaciju o njegovom stvarnom pristupačnom obliku. Nedostatak mangana može uzrokovati veći sadržaj Mg, Na, Cu, Ca, Fe i NH₄, s kojim on ima antagonistički odnos, dok joni nitrata NO³⁻ imaju pozitivan uticaj na njegovo usvajanje. Povišen sadržaj mangana u zemljištu negativno utiče na usvajanje N, P, K i Ca od strane biljaka. Kod voćarskih kultura, u određenom stadijumu razvoja, nedostatak mangana je sličan jakom nedostatku gvožđa. Razlika je u povećanom širenju simptoma u pravcu starijeg lišća, što je suprotno Fe-hlorozi.

Granica za nisku obezbeđenost zemljišta pristupačnim manganom iznosi 2 mg/kg, dok sadržaj pristupačnog mangana varira od 2,6 do 31 mg/kg. Učestalost uzoraka je najveća na nivou iznad preporučene optimalne koncentracije. Na osnovu rezultata istraživanja (tabela 11), zemljišta ispitivanih vinograda su dobro obezbeđena pristupačnim manganom.

Cink predstavlja esencijalni mikroelement za žive organizme kao učesnik u brojnim enzimskim reakcijama. Više biljke usvajaju cink u obliku dvovalentnog jona Zn²⁺. Visoke koncentracije cinka u zemljištu deluju fitotoksično. Sadržaj cinka u zemljištu je uslovljen nizom faktora, a jedan od njih je svakako i matični supstrat od koga je zemljište nastalo. Po pravilu, zemljišta težeg mehaničkog sastava sadrže više cinka u odnosu na laka zemljišta. Nedostatak cinka se očekuje i na ispranim kiselim zemljištima, kao i zemljištima sa visokom pH vrednošću. Takođe, nedostatak cinka treba očekivati na zemljištima nastalim raspadanjem granita, gnajsa i drugih krupnozrnastih stena. Osim toga, velike doze fosfornih đubriva mogu uzrokovati nedostatak cinka. Ako se izostavlja đubrenje stajnjakom, podstiče se pojava nedostatka cinka. Simptomi nedostatka ovog elementa se najčešće ogledaju u formiranju sitnijih i tanjih listova, pojave hloroze, slabijem razvoju plodova i neravnomernom zrenju.

Granica za nisku obezbeđenost zemljišta pristupačnim cinkom iznosi 0,6 mg/kg. Ispod ove granice nalazi se samo jedna parcela u istraživanju u dubljem sloju zemljišta, gde je potrebno primenjivati cink uz đubrenje. Ostale ispitivane parcele su u površinskom sloju zemljišta na nivou iznad optimalnih koncentracija, dok su u dubljem sloju zone aktivnosti korena vinove loze na nivou optimalnog sadržaja (tabela 11).

Bor je esencijalni nemetal. Najčešće je udružen s organskom materijom u zemljištu. Bor se u zemljištu pojavljuje u različitim jonskim oblicima. Sve ove jonske forme se lako ispiraju kroz zemljište usled većih padavina, te se bor smatra najpokretljivijim od svih mikroelemenata. Iz tog razloga, laboratorijsko određivanje bora u zemljištu obavlja se ekstrakcijom uzoraka zemljišta mućkanjem u toploj vodi. Nedostatak bora očekuje se u zemljištima sa manje gline, većim sadržajem karbonta i u zemljištima bazne pH reakcije. Budući da se bor lako ispira kroz zemljišni profil, njegov nedostatak je izražen u područjima gde nakon obilnih padavina sledi duži sušni period. Posledice pojave nedostatka bora u zemljištu kod vinove loze ispoljavaju se na mladim listovima i to ivicama listova pojavom hloroze. Hloroza se često javlja i između nerava lista i širi se dalje u obliku pega. Ukoliko u takvim uslovima dođe do formiranja grozdova, na njima se nalaze krupne bobice, a pored njih i sitne, smežurane i bez semenki. U prekomernoj koncentraciji, bor ispoljava toksično dejstvo po gajene kulture. Simptomi viška bora su manje karakteristični, a neki put i jako slični sa simptomima suviška azota. Nasuprot nedostatku

bora, suvišak se najpre manifestuje na starijem lišću, koje na rubovima, odnosno ivicama dobija braon boju.

Pristupačni bor u našim istraživanjima varira u uskom opsegu od 0,1 do 1 mg/kg (tabela 11), što su izuzetno niske koncentracije. Gotovo svi uzorci zemljišta (26 od 34 ispitivanih) ispod minimalne koncentracije su od 0,35 mg/kg gde se mogu očekivati neželjene pojave nedostataka bora.

Kod primene bornih đubriva preko zemljišta treba biti krajnje oprezan. Potrebno je da se količina đubriva precizno odredi, budući da postoji tanka linija između količina koje su optimalne (1,5–2 mg/kg) i količina koje mogu ispoljiti toksično dejstvo (5 mg/kg). Folijarna primena bornih đubriva može se kombinovati s pesticidima i na taj način objediniti dve operacije, i to đubrenje i zaštitu. Treba imati na umu da jednokratna folijarna primena bora ne daje dobre rezultate, pa je zato potrebno izvesti najmanje tri prskanja u razmacima od 15 do 20 dana. Pre folijarne primene bornih, pa i drugih đubriva, mora se proveriti pH vrednost rastvora đubriva, koja treba da bude oko neutralne pH = 7 vrednosti, kako se ne bi izazivale ožegotine na listu.

3.3.8. Sadržaj potencijalno toksičnih elemenata (teških metala)

Zemljište koje krasi povoljne fizičke, hemijske i biološke osobine definišemo kao plodno. Pored prethodno opisanih karakteristika i stanja hraniva, da bismo zemljište okarakterisali kao pogodno za proizvodnju zdravstveno bezbedne hrane, ono u sebi ne sme sadržati opasne i štetne materije. U našem zakonodavstvu, prema pravilniku za poljoprivredno zemljište (Sl. glasnik RS, br. 23/94), ovi elementi su označeni kao štetne materije, i to: bakar (Cu), cink (Zn) i bor (B) i opasne materije, i to: kadmijum (Cd), olovo (Pb), živa (Hg), arsen (As), hrom (Cr), nikel (Ni) i fluor (F).

Neki od ovih elemenata su biogeni elementi (B, Cu i Zn) i esencijalni su za biljne i životinjske organizme, ali istovremeno u velikim koncentracijama mogu biti toksični po živi svet. Glavni izvor ovih elemenata za biljke predstavlja zemljište, bilo da su oni u ulozi nutrijenata ili toksikanata. Ovi elementi su, prema literaturi, najpoznatiji pod izrazom „teški metali“, a u novije vreme se označavaju kao potencijalno toksični elementi, skraćeno PTE, zbog svoje dvojake uloge. Visoke koncentracije PTE u zemljištu predstavljaju veliki rizik po agroekosistem, budući da su veoma postojani. Akumuliraju se u organizmima u koncentracijama koje mogu biti potencijalno toksični i dovesti do štetnih uticaja na fiziološke funkcije živih organizama ^[25]. Jednom uneti ovi elementi ostaju stotinama, pa i hiljadama godina u zemljištu, gradeći čvrste veze s komponentama zemljišta. Tehnike remedijacije ovako zagađenog zemljišta su, još uvek, veoma dugotrajne i skupe, te zbog opasnosti ulaza PTE u lanac ishrane preko gajenih biljaka, zagađene površine zahtevaju poseban način korišćenja zemljišta, kao i isključivanje iz primarne biljne proizvodnje.

Poreklo i sadržaj PTE u zemljištu, u prvom redu, potiču od matičnog supstrata raspadanjem stena i minerala na kojima se formira zemljište. Matični supstrat u svom sastavu sadrži i PTE, najčešće Cu, Zn, Ni, Pb, Al i Cr. Prirodni sadržaj PTE u zemljištu je geohemijskog porekla i najčešće je toliko mali da nema značajnijeg uticaja na zagađivanje agroekosistema. Ovaj prirodni sadržaj metala naziva se fonska koncentracija. Globalno, najveći uzrok zagađenja zemljišta PTE je njihova atmosferska depozicija gde oni dospeju preko vetra i kiše zajedno sa česticama i čađi iz industrijskih, saobraćajnih i rudarskih izvora zagađenja. Sledeći uzrok zagađenja zemljišta je primena agrohemijskih i organskih đubriva prethodno opterećenih visokim koncentracijama PTE.

Na rastvorljivost i pristupačnost PTE u zemljištu, u najvećoj meri utiče pH reakcija zemljišta, sadržaj organske materije, mehanički sastav zemljišta (udeo frakcije gline), sadržaj kalcijum-karbonata i pristupačnog fosfora u zemljištu. Transfer PTE iz zemljišta u biljke je deo hemijskog kruženja elemenata u prirodi. To je veoma složen proces koji zavisi od brojnih faktora, bilo da su oni prirodni ili antropogeni.

Prilikom zasnivanja novih vinograda, potrebno je laboratorijski analizirati zemljište na sadržaj opasnih i štetnih materija, kako bismo bili sigurni da zemljišta nisu zagađena. Kako ove laboratorijske analize koštaju više u odnosu na analizu ostalih parametara plodnosti, nije potrebno raditi ove analize u svim prikupljenim uzorcima koji služe za određivanje plodnosti. Dovoljno je uraditi analize u površinskom sloju zemljišta, a ukoliko se pojavi problem, onda je neophodno uraditi detaljnija istraživanja. Posebno je važno odrediti sadržaj bakra u zemljištu na površinama koje su istorijski već bile pod vinogradima ili voćnjacima, jer ovakva zemljišta često imaju povišen sadržaj bakra usled dugotrajne primene fungicida na bazi bakra. Prilikom podizanja vinograda, svakako je neophodno izvršiti laboratorijsku analizu sadržaja opasnih i štetnih materija, jer su troškovi za ove analize zanemarljivi spram ostalih ulaganja pri zasnivanju vinograda.

U ovom istraživanju za analizu PTE, odabrano je pet reprezentativnih parcela, gde je određen sadržaj potencijalno toksičnih elemenata u površinskom sloju zemljišta (0–30 cm, tabela 12).

Tabela 12. Koncentracije potencijalno toksičnih elemenata u površinskom sloju zemljišta (0–30 cm), vrednosti istraživanja na 5 odabranih lokaliteta

mg/kg	Drenča (Lukarevina)	Puhovac	Vitkovo	M. Drenova	M. Sugubina	MDK
As	3,7	8,7	8,5	5,8	16,0	25,0
B	5,8	9,1	7,5	1,1	0,9	50,0
Cd	nd	nd	nd	nd	nd	3,0
Co	11,8	13,3	17,6	9,8	15,0	/
Cr	59,3	81,5	91,0	22,2	54,9	100,0
Cu	135,7	197,3	132,3	40,0	50,2	100,0
Mn	511,1	407,6	730,5	452,6	470,9	/
Ni	66,2	92,5	71,4	22,5	56,6	50,0
Pb	12,3	13,6	23,7	18,9	34,9	100,0
Zn	111,6	121,6	98,2	56,3	74,8	300,0
Hg	0,019	0,098	0,016	0,017	0,030	2,0

Nd = nije detektovano

MDK = maksimalno dozvoljena koncentracija za poljoprivredna zemljišta

Prema dobijenim rezultatima istraživanja (tabela 12), nijedan od ispitivanih uzoraka ne prelazi maksimalno dovoljnu koncentraciju (MDK) za sadržaj: As (arsena), B (bora), Cd (kadmijuma), Cr (hroma), Pb (olova), Zn (cinka) i Hg (žive).

Za sadržaj Co (kobalta) i Mn (mangana) ne postoji propisana granica, a sadržaj u ispitivanim uzorcima je uobičajen za poljoprivredna zemljišta Centralne Srbije.

U ovom istraživanju, od ukupno pet analiziranih uzoraka, u slučaju tri uzorka MDK prelaze granicu prema sadržaju bakra (Cu) i četiri uzorka prelaze granicu MDK prema sadržaju nikla (Ni).

Zemljišta na kojima se gaji vinova loza su posebno ugrožena od zagađenja **bakrom**, usled dugotrajne primene zaštitnih sredstava na bazi bakra. Bordovska čorba ($\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CuSO}_4$) ima tradicionalnu primenu kao zaštitno sredstvo protiv prouzrokovala plamenjače (*Plasmopara viticola*), jednog od najopasnijih patogena vinove loze. Upotreba bordovske čorbe je započela u vinogradima Francuske 1885. godine i traje već više od jednog veka. Primena ovog preparata se smatra početkom industrijske primene pesticida u poljoprivredi. Brojna aktuelna istraživanja pokazuju da intenzivna i dugotrajna primena ovih preparata ima negativan efekat po životnu sredinu, jer dovodi do zagađenja zemljišta bakrom [26]. Istraživanja sadržaja bakra u vinogradima širom sveta ukazuju na veoma ozbiljan rizik korišćenja bakarnih preparata, koji su se do sada, paradoksalno, smatrali bezbednim u odnosu na ostale pesticide.

Visoka koncentracija i pristupačnost bakra u zemljištu, generalno, ne deluje fitotoksično na već zasnovane zasade vinove loze, budući da loza razvija korenov sistem na većoj dubini koja je manje zagađena bakrom od površinskog sloja zemljišta. U mladim zasadima vinograda, pogotovo kada se oni zasnivaju na površinama koje su već opterećene povišenim sadržajem bakra, ovo može biti problem za normalan rast i razvoj mladih biljaka. Iako bakar nije primarno fitotoksičan po vinovu lozu, postoji niz efekata njegove prekomerne koncentracije koji direktno utiču na smanjenje plodnosti zemljišta.

Upotreba bakarnih preparata je nesumnjivo delotvorna pri zaštiti zasada od patogena kao ciljanih organizama. Međutim, oni kao biocidi često imaju neželjeno toksično dejstvo po širi živi svet u agroekosistemu. Visoke koncentracije bakra mogu da stvore sterilne uslove u zemljištu, koji za posledicu imaju niz poremećaja u normalnom kruženju materije i funkcijama zemljišta. Sadržaj bakra u zemljištu zavisi od fizičko-hemijskih osobina zemljišta, i sa druge strane, od količine njegove primene, odnosno starosti vinograda i broja tretmana u toku godine.

Ne postoji opasnost od ulaska bakra u lanac ishrane i trovanja ljudi preko grožđa i vina, budući da je bakar koristan mikroelemenat i da su njegove dnevne potrebne doze visoke. Međutim, postoji opasnost od trovanja radnika u vinogradima jer je on izuzetno toksičan za jetru i potrebno je koristiti punu zaštitnu opremu prilikom primene bakarnih fungicida.

Prema rezultatima istraživanja posmatrano zemljište ima uglavnom povišen sadržaj bakra. Koncentracija bakra u posmatranim uzorcima se kreće u opsegu od 40,0 do 197,3 mg/kg. Maksimalno dozvoljena koncentracija (MDK) iznosi 100 mg/kg. Drugi kriterijum je kritična koncentracija na osnovu literature, koja iznosi 60 mg/kg i predstavlja granicu ispod koje se, po dosadašnjim saznanjima, ne

pojavljuju značajni štetni efekti na zemljište. Svaka koncentracija bakra iznad ove granice, zahteva procenu rizika. Prema ovom kriterijumu, dve parcele imaju sadržaj bakra ispod kritične koncentracije.

Kako su istraživanjem obuhvaćeni stariji zasadi vinove loze, ovakva situacija je donekle očekivana (fotografije 10 i 11). Jednom unet bakar je veoma postojan u zemljištu, jer se čvrsto vezuje za komponente zemljišta, prvenstveno za čestice gline i organsku materiju. Iz ovog razloga, sadržaj bakra je viši u površinskom sloju zemljišta, u odnosu na dublje slojeve, budući da se slabo redistribuira duž profila zemljišta. Usled velike postojanosti bakra u zemljištu, nekadašnje površine pod vinogradima mogu i nakon nekoliko decenija prestanka gajenja vinove loze i dalje imati povišenu koncentraciju bakra.

Pristupačnost bakra u zemljištu se smanjuje ukoliko zemljište sadrži visok udeo gline i organske materije. Visok udeo gline i praha u zemljištu nije povoljan za proizvodnju, međutim, preporučena mera đubrenja stajnjakom uticaće i na smanjenje pristupačnosti bakra u zemljištu, budući da se bakar snažno vezuje za organsku materiju i time postaje manje mobilan, reaktivan i toksičan u zemljištu.

Zemljišta pod vinogradima su u najvećoj meri podložna eroziji, u poređenju sa drugim načinima korišćenja. Budući da se bakar čvrsto vezuje u površinskom sloju zemljišta, često može putem vodne i eolske erozije s višeg terena opteretiti zemljište nižeg terena šireg područja, pa čak dospeti i na otvorene vodotokove.

Problem zagađenja zemljišta bakrom usled primene fungicida na bazi bakra je prisutan u svim zemljama sveta sa dugom tradicijom gajenja vinove loze. Proizvođači u Srbiji ne bi trebalo da ponavljaju ovakva tuđa negativna iskustva. Na osnovu dobijenih rezultata iz ovog, kao i prethodnih istraživanja, potrebno je sprovesti racionalizaciju primene fungicida na bazi bakra u najvećem mogućem stepenu.



Fotografije 10. i 11. Lokalitet Drenča, potes Lukarevina, sorta *prokupac* na podlozi *Rupestris* du Lot (*Rupestris Monticola*)

Nikl se u zemljištima javlja u različitim koncentracijama i njegov sadržaj najviše zavisi od tipa zemljišta i geološke podloge. Brojne ranije studije koje ispituju moguću kontaminaciju zemljišta PTE ukazuju na visok sadržaj nikla u zemljištu Srbije kao rezultat geohemijskog, prirodnog porekla iz matičnog supstrata na kome je zemljište formirano [3, 27]. Prema ranijim istraživanjima zemljišta Srbije, nikla najviše ima u serpentinskim planinama. Serpentinske planine nalazi se u geološkoj strukturi Dinarida (veliki serpentinski masiv planine Zlatibor, potom Rogozna, Maljen). Serpentinske stene spadaju u metamorfne stene i nastale su pod uticajem visoke temperature, pritiska i gasova. Osnovni sastav stena ostaje isti nakon ovih moćnih promena, ali se mogu stvoriti i novi minerali. Visok sadržaj nikla u serpentinskim zemljištima najčešće se pojavljuje zajedno s visokim sadržajem hroma.

Nikl je esencijalni nutrijent za životinje i koristan element za više biljke. Propisani MDK za nikl od 50 mg/kg, a u našoj zemlji je među nižim propisanim vrednostima u poređenju s ostalim zemljama Evrope [28]. Utvrđivanje kritičnog nivoa nikla u zemljištu i biljci, s oba aspekta – deficita ili toksičnosti, i dalje je predmet rasprave mnogih autora, zbog nerazjašnjene esencijalnosti nikla za biljke i životinje, kao i činjenice da je Ni potreban živim organizmima samo u veoma malim koncentracijama (tzv. ultra tragovima). Pored toga, Ni je relativno dobro zastupljen u većini zemljišta, a njegov nedostatak je

veoma retko stanje, čak i tamo gde je biodostupnost niska zbog visokog sadržaja karbonata, sekundarnih oksida i visoke organske materije [29].

Količina unošenja Ni u biljke iz serpentinstih zemljišta, koje geohemijski sadrže enormno visoke koncentracije Ni, je široko proučavano. Unos i translokacija Ni prvenstveno zavisi od biljne vrste, gde su se neke endemične vrste serpentina prilagodile i deluju kao hiperakumulatori Ni s koncentracijom od čak 1.000 mg kg⁻¹ u biljnom tkivu. Međutim, ostale biljke na ovim područjima koje nisu endemske i nisu prilagođene biljne vrste, uglavnom usvajaju nizak sadržaj Ni u poređenju s drugim PTE, iako rastu na zemljištu sa tako visokim sadržajem nikla [30].

Pored geohemijskog izvora nikla, povišen sadržaj nikla u zemljištu može biti i usled aktivnosti čoveka. Najčešća zagađenja zemljišta niklom su usled nepravilnog odlaganja različitih materijala koji sadrže nikel. Iako je nikel esencijalni element za životinjske organizme i koristan za biljke, visok sadržaj ovog elementa deluje toksično na sve žive organizme. Najveći deo Ni u zemljištu nalazi se u nerastvorljivom obliku, a samo mali deo čini izmenljivi Ni u organskoj frakciji. Mobilnost nikla u zemljištu povećava se u kiselim zemljištima.

Na osnovu istraživanja, sadržaj nikla u površinskom sloju analiziranih zemljišta kreće su u rasponu od 22,2 do 92,5 mg/kg (tabela 12). Zemljište koje prevazilazi MDK, sadrži koncentraciju na nivou koja ne predstavlja potencijalnu opasnost po agroekosistem, niti ispoljavanje fitotoksičnosti. Na osnovu prethodnih istraživanja, može se zaključiti da je sadržaj nikla na posmatranim parcelama prirodnog porekla od matičnog supstrata na kom se obrazovalo zemljište. Sadržaj hroma u ovom istraživanju je manji od MDK, ali istovremeno nešto viši u poređenju sa prosekom za zemljišta Srbije, što takođe ide u prilog činjenici da je nikel ovde geohemijskog porekla, budući da se ova dva elementa pojavljuju zajedno u prirodi.

3.4. Smernice na osnovu projektnih aktivnosti analize zemljišta vinogradarskih područja Rasinskog okruga

Fizičko-hemijske karakteristike zemljišta, u prvom redu, zavise od samog tipa zemljišta, te je njegova klasifikacija – određivanje tipa zemljišta, veoma važna kao polazna tačka za dalje plansko korišćenje zemljišta pod vinogradima. Pedodiverzitet (raznolikost tipova zemljišta) na području Rasinskog okruga je veoma izražen, s prevagom površina s tipom zemljišta eutrični kambisol (stari naziv gajnjača) od 28% učešća i vertisol (stari naziv smonica) od 15% učešća u odnosu na ukupnu ispitivanu površinu okruga.

Radi dobijanja podataka o autohtonom zemljištu, na pet reprezentativnih lokacija, otvarane su kontrolne bušotine u neposrednoj blizini vinograda, gde nije bilo rigolovanja, tj. mešanja horizonata zemljišta ili je korišćen prirodni zasek profila zemljišta. Ovim delom pedoloških istraživanja, utvrđeno je da je na dva lokaliteta zastupljen tip zemljišta eutrični kambisol, a na tri lokaliteta vertisol, što je u skladu s prethodnom obradom pedološke karte.

Prema laboratorijskoj analizi prikupljenih uzoraka sa 17 reprezentativnih vinograda, odnosno proizvodnih parcela na dve dubine zemljišta (0–30 i 30–60 cm), glina je dominantna frakcija u ispitivanom zemljištu. Teksturna klasa glina zastupljena je na 75% ispitivanih parcela, dok 40% od ukupno ispitivanih parcela, pripada teškoj glini. Glinovita zemljišta se teže obrađuju i imaju kratak vremenski interval kada je povoljna vlažnost za obradu zemljišta. Proceđivanje suvišne vode, a time i aeracija zemljišta su otežani. U proleće su dugo vlažna i hladna što utiče na skraćivanje vegetacionog perioda dugogodišnjih zasada. Iako su navedene ovako negativne karakteristike glinovitih zemljišta, ono može biti veoma dobro stanište za gajenje vinove loze jer su bogatija vodorastvorljivim biljnim hranivima (pogotovo hranivima kalijuma, kalcijuma i magnezijuma). Iz tog razloga je veoma važno obratiti pažnju na loznu podlogu koja omogućuje dobro ukorenjivanje na teškom zemljištu.

Najveći deo (40% od ukupnih ispitivanih uzoraka) ima slabo alkalnu reakciju zemljišta. Neutralna i slabo kisela reakcija zauzimaju po 15% ispitivanih uzoraka, dok kisela reakcija zauzima 30%. Na više od polovine parcela s kiselom reakcijom, analiza hidrolitičke kiselosti je pokazala da je kalcijacija neophodna, dok je na ostalim kiselim parcelama ova mera fakultativna.

Sadržaj karbonata u zemljištu ne može se posmatrati izdvojeno kao parametar kvaliteta, jer je dinamično povezan sa svim ostalim fizičko-hemijskim karakteristikama zemljišta, ali je svakako određujući parametar pri odabiru tolerantnih podloga vinove loze, ukoliko je prisutan u vinskom sadržaju. Na ispitivanim površinama u površinskom sloju (0–30 cm), sadržaj karbonata se kreće od 0% do 25,6% sa prosečnom vrednošću 7,1%. Za dublji sloj zemljišta karakteristične su nešto više vrednosti i kreću se od 0% do 37,1% sa prosečnom vrednošću od 10,5%. U ispitivanim zemljištima zastupljene

su sve klase od beskarbonatnog do jako karbonatnog zemljišta. U zemljištima s visokim sadržajem karbonata može biti negativnih pojava. Visok sadržaj slobodnog CaCO_3 ukazuje na mogućnost nedostatka pojedinih makro i mikroelemenata, jer je njihovo usvajanje od strane biljaka u ovakvim uslovima otežano. Najveća učestalost ispitivanih uzoraka je u klasi jako karbonatnog zemljišta, što sve ukazuje na neophodnost laboratorijskih analiza zemljišta na ukupni sadržaj karbonata i sadržaj fiziološki aktivnog kreča (CaO) pre zasnivanja vinograda, te izbora adekvatnih tolerantnih podloga.

Od 17 ispitivanih parcela, sadržaj karbonata (CaCO_3) veći je od 8% (granica potencijalne pojave hloroze) na šest parcela u oba sloja zemljišta, dok je na dve parcele sadržaj karbonata povišen samo u dubljem sloju zemljišta (30–60 cm). Prema sadržaju fiziološki aktivnog kreča (CaO) u ovim uzorcima, rezultati se kreću u opsegu od 3,9 do 12,3%. Prema dobijenim rezultatima možemo zaključiti da je situacija povoljna i da ove vrednosti nisu zabrinjavajući visoke, već na nekom umerenom nivou. Ovde je izbor loznih podloga od presudne važnosti. Na posmatranim parcelama u ovim istraživanjima, sve postojeće lozne podloge su tolerantne na detektovan sadržaj fiziološki aktivnog kreča u zemljištu, što je veoma povoljna situacija. Osim toga, u Rasinskom okrugu najzastupljenije lozne podloge spadaju u podloge s umerenom tolerancijom na sadržaj fiziološki aktivnog kreča u zemljištu, od 17 do 20%. Stariji zasadi su na podlozi *Rupestris* du Lot (*Rupestris Monticola*) koja ima nešto nižu tolerantnost na sadržaj fiziološki aktivnog kreča – tolerantnost do 14% CaO.

Na osnovu rezultata parametara plodnosti, na posmatranim parcelama, možemo konstatovati da je prisutan jak antropogeni uticaj. Neadekvatna primena đubrenja, kao jedna od osnovnih agrotehničkih mera, naročito je izražena u pogledu obezbeđenosti zemljišta humusom i fosforom.

Ispitivani uzorci zemljišta su veoma siromašni humusom, do klase koja ih svrstava u degradirana zemljišta. U površinskom sloju zemljišta samo dve ispitivane parcele od ukupno 17 posmatranih, imaju tek malo viši sadržaj od klase slabo humoznog zemljišta, budući da je maksimalna vrednost čitavog istraživanja 2,13%. Šest ispitivanih parcela istraživanja, što čini jednu trećinu uzoraka, u dubljem sloju zemljišta ima sadržaj humusa ispod 1% što se smatra degradiranim zemljištem, gde su potrebne hitne mere za povratak normalnih produktivnih funkcija zemljišta. U kontekstu klimatskih promena, i s obzirom na podložnost eroziji zemljišta pod vinogradima, ovde su mere za povećanje organske materije zaista neophodne. Sve ove parcele nisu zatravljene, već se ovde obavlja moćna međuredna obrada zemljišta. Osim meliorativnih unosa stajnjaka, ono što je već moguće primenjivati u vinogradima u cilju povećanja organske materije i što je prepoznato na međunarodnom nivou kao dobra agroekološka praksa, jeste zatravljanje vinograda. Pored toga moguće je primenjivati i zelenišno đubrenje zasnivanjem međurednih useva pogodnih biljnih vrsta (najčešće leguminoza), te njihovo košenje i/ili zaoravanje u momentu najveće sveže biomase, kako ne bi došlo do nedostatka potrebne vlage u zemljištu vinograda. Potrebna je obazrivost kod mladih vinograda u slučaju zelenišnog đubrenja u uslovima sušnijeg perioda, jer se može imati suprotan efekat, tj. dovesti do periodičnog deficita vlage u površinskom sloju zemljišta.

Sadržaj lakopristupačnog fosfora i kalijuma je pod jakim antropogenim uticajem, odnosno jako zavisi od načina đubrenja. Posmatrane parcele su generalno siromašne fosforom. Sadržaj fosfora kreće se u opsegu od vrlo niske (meliorativne) do vrlo visoke obezbeđenosti. U dubljem sloju zemljišta (30–60 cm), najveća učestalost uzoraka je u klasi niske obezbeđenosti. Interesantno je da u klasu optimalne obezbeđenosti ne spada nijedan ispitivani uzorak. Situacija je nešto povoljnija u pogledu sadržaja lakopristupačnog kalijuma. Rezultati istraživanja se takođe kreću u opsegu od vrlo niske (meliorativne) do vrlo visoke obezbeđenosti. Međutim, u površinskom sloju zemljišta dominira optimalni sadržaj, dok je u dubljem sloju zemljišta najzastupljeniji kalijum u srednjoj klasi obezbeđenosti. Potrebno je da proizvođači šire primenjuju đubriva na osnovu kontrole plodnosti i preporuka na osnovu kojih se zemljište može održavati u visokoj proizvodnoj kondiciji. Osim toga, fosfor i kalijum se neznatno premeštaju u dublje slojeve zemljišta, pa je njihova površinska ili plitka primena bez većeg efekta na vinovu lozu.

Prema pristupačnom sadržaju mikroelemenata, dominira nizak sadržaj bora i potrebna je njegova primena putem zemljišnih i folijarnih đubriva. Ostali ispitivani mikroelementi: gvožđe, mangan i cink su zastupljeni u optimalnoj pristupačnoj koncentraciji. Sadržaj pristupačnog bakra je nešto povišen, što je posledica dugotrajne primene fungicida na bazi bakra u starijim zasadima. Sadržaj bakra u zemljištu u dubljem sloju, gde je zona aktivnosti korena najveća, nije na nivou gde bi se ispoljilo njegovo štetno dejstvo po vinovu lozu.

Na osnovu analize ukupnog sadržaja potencijalno toksičnih elemenata (teških metala), nijedan uzorak ne prelazi granicu maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK) za poljoprivredno zemljište, prema sadržaju: As (arsena), Cd (kadmijuma), Cr (hroma), Pb (olova), Hg (žive) i Zn (cinka). Tri uzorka

prelaze granicu MDK prema sadržaju bakra i četiri uzorka prelaze granicu MDK prema sadržaju nikla, od ukupno pet analiziranih uzoraka. Povišen sadržaj bakra potiče od dugotrajne primene fungicida na bazi bakra u starijim zasadima i ovde je potrebno primeniti maksimalnu racionalizaciju dalje primene ovih preparata uz dodatak stajnjaka. Povišen sadržaj nikla potiče od matičnog supstrata na kome je zemljište obrazovano, odnosno nikl je prirodnog, geohemijskog porekla i ne predstavlja opasnost po zagađenje agroekosistema.

LITERATURA

- [1] Nejgebauer V., Živković B., Tanasijević Đ., Miljković N. 1971. Pedološka karta Vojvodine R 1:50000. Institut za poljoprivredna istraživanja, Novi Sad.
- [2] Živković B., Nejgebauer V., Tanasijević Đ., Miljković N., Stojković L., Drezgić P. 1972. Zemljišta Vojvodine. Nodi Sad: Institut za poljoprivredna istraživanja.
- [3] Mrvić V., Antonović G., Martinović Lj. ured. 2009. Plodnost i sadržaj opsanih i štetnih materija u zemljištima Centralne Srbije. Monografija, Institut za zemljište, Beograd. Art Grafik, Beograd.
- [4] Ninkov J., Vasin J., Milić S., Marinković J., Sekulić P., Hansman Š., Živanov M., Jakšić D. 2014. Karakterizacija zemljišta vinograda za oznaku geografskog porekla vina, pilot projekat Šumadijski vinogradarski rejon. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, DES, Novi Sad.
- [5] Ninkov J., Vasin J., Marinković J., Jakšić S., Milić S., Banjac D., Marković S., Jakšić D. 2016. Pedološke i agrohemijske karakteristike vinogradarskog regiona Tri Morave. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Stojkov, Novi Sad.
- [6] Tomić N., Koković J., Jakšić D., Ninkov J., Vasin J., Malićanin M., Marković B. S. 2017. Terroir of the Tri Morave Wine Region (Serbia) as a Basis for Producing Wines with Geographical Indication. *Geographica Pannonica*, 21 (3): 166–178.
- [7] Ninkov J., Vasin J., Marinković J., Jakšić S., Bjelić D., Malićanin M., Milić S., Vasiljević S., Jakšić D., Živanov M., Banjac D., Milošević B., Hansman Š. 2017. Uređenje zemljišta pri podizanju vinograda na primeru Mlavskog vinogradarskog rejona. Institut za ratarstvo i povrtarstvo. Stojkov. Novi Sad.
- [8] Ninkov J., Jakšić D., Vasin J., Perović V., Jakšić S., Banjac D., Živanov M., Marinković J., Bjelić D., Milić S., Tomić N., Marković S., Vasiljević S., Milošević B. 2017. Karakteristike zemljišta Niškog vinogradarskog rejona. Institut za ratarstvo i povrtarstvo. Stojkov. Novi Sad.
- [9] Škorić A., Filipovski G., Ćirić M. 1985. Klasifikacija zemljišta Jugoslavije. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Posebna izdanja, knjiga LXXVIII, Sarajevo.
- [10] IUSS Working Group WRB. 2014. World Reference Base for Soil Resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.
- [11] Milić S., Vasin J., Ninkov J., Zeremski T., Brunet B., Sekulić P. 2011: Fertility of Privately Owned Plowland Used for Crop Production in Vojvodina, Serbia. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 48: 359–368.
- [12] Gluhić D., Herak-Ćustić M., Petek M. 2009. Osobine tla i vinogradarski položaj, preduvjet kloroze vinove loze na karbonatnim tlima Pleševičkog vinogorja. *Glasnik zaštite bilja*, 6/2009: 109–115.
- [13] Zebec V., Lisjak M., Jović J., Kujundžić T., Rastija D., Lončarić Z. 2021. Vineyard Fertilization Management for Iron Deficiency and Chlorosis Prevention on Carbonate Soil. *Horticulturae* 2021, 7, 285.
- [14] Čoga L. i Slunjski S. 2018. Dijagnostika tla u ishrani bilja. Priručnik za uzorkovanje i analitiku tla. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
- [15] Milić S., Banjac, D., Vasin J, Ninkov J., Pejić B., Bajić I., Mijić, B. 2021: Assessment of Irrigation Water Quality at The Territory of Vojvodina Province (Serbia). *Zbornik Matice Srpske za prirodne nauke*, 140: 85–101.
- [16] Jakšić S., Ninkov J., Milić S., Vasin J., Banjac D., Jakšić D., Živanov M. 2021. The State of Soil Organic Carbon in Vineyards as Affected by Soil Types and Fertilization Strategies (Tri Morave Region, Serbia). *Agronomy*, 11, 9. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010009>.
- [17] Jakšić S., Ninkov J., Milić S., Vasin J., Živanov M., Perović V., Banjac B., Vučković S., Dozet G., Komlen V. 2021. Topographic Position, Land Use and Soil Management Effects on Soil Organic Carbon (Vineyard Region of Niš, Serbia). *Agronomy*, 11, 1438. <https://doi.org/10.3390/agronomy11071438>.

- [18] Živanov M., Šeremešić S., Bjelić D., Marinković J., Vasin J., Ninkov J., Milić S. 2020. Response of chemical and microbial properties to short-term biochar amendment in different agricultural soils. *Zbornik Matice Srpske za prirodne nauke*, 138: 61–69.
- [19] Džamić R., Stevanović D. 2000. *Agrohemija*. Partenon, Beograd. Huggett J.M. 2006. Geology and wine: a review. *Proceedings of the Geologists' Association*. 117 (2): 239–247.
- [20] Jakšić S., Ninkov J., Milić S., Vasin J., Živanov M., Jakšić D., Komlen V. 2021. Influence of Slope Gradient and Aspect on Soil Organic Carbon Content in the Region of Niš, Serbia. *Sustainability*, 13: 8332. <https://doi.org/10.3390/su13158332>
- [21] Jakšić S., Vučković S., Vasin J., Ninkov J., Dozet G., Živanov M., Banjac D. 2017. Sadržaj magnezijuma u zemljištu i krmivu u zavisnosti od tipa zemljišta i krmnog useva. *Journal of Agricultural Sciences (Belgrade)*, 62(2): 105–114.
- [22] Milić S., Ninkov J., Zeremski T., Latković D., Šeremešić S., Radovanović V., Žarković B. 2019. Soil fertility and phosphorus fractions in a calcareous chernozem after a long-term field experiment, *Geoderma*, 339 (2019): 9–19.
- [23] Ubavić M., Marković M., Oljača R. 2008. Mikroelementi i mikrođubriva i njihova primena u praksi. Univerzitet u Banja Luci, Poljoprivredi fakultet. Banja Luka.
- [24] Texas Plant and Soil Laboratory, Edinburg. Soil analysis, nutrients available to plants – grapes <https://www.tpslab.com/>
- [25] Čelić T., Vukašinović E., Kojić D., Orčić S., Milić S., Vasin J., Purać J. 2022. Exposure to high concentrations of cadmium which delay development of *Ostrinia nubilalis* L. larvae affect the balance of bioelements. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 83 (2):193–200.
- [26] Ninkov J., Marinković J., Banjac D., Červenski J., Jakšić S., Živanov M., Banjac B. 2018. Urban garden soil pollution caused by fertilizers and copper-based fungicides application. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 55 (1): 12–21.
- [27] Albanese S., Sadeghi M., Lima A., Cicchella D., Dinelli E., Valera P., Falconi M., Demetriades A., De Vivo B. 2015. GEMAS: Cobalt, Cr, Cu and Ni distribution in agricultural and grazing land soil of Europe. *Journal of Geochemical Exploration*, 154: 81–93.
- [28] Banjac D., Ninkov J., Milić S., Jakšić S., Živanov M., Radović B., Malićanin M. 2021. Nickel content in field crop seeds and agricultural land of Central Serbia. *Zbornik Matice Srpske za prirodne nauke*, 141: 81–93.
- [29] Adriano D. 2001. Trace Elements in Terrestrial Environments, Biogeochemistry, Bioavailability and Risks of Metals. Second Edition. Springer, New York.
- [30] Milić D., Bubanja N., Ninkov J., Milić S., Vasin J., Luković J. 2021. Phytoremediation potential of the naturally occurring wetland species in protected Long Beach in Ulcinj, Montenegro. *Science of The Total Environment*, 797 (2021): 148995.





Republika Srbija
Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede

Program

za raspodelu podsticaja za unapređenje sistema kreiranja i prenosa znanja kroz razvoj tehničko-tehnoloških, primenjenih, razvojnih i inovativnih projekata u poljoprivredi i ruralnom razvoju u 2021. godini

Projekat

„Utvrdjivanje kvaliteta zemljišta Rasinskog okruga kao osnove za izbor odgovarajućih loznih podloga za podizanje vinograda namenjenih proizvodnji vinskog grožđa“

Implementatori projekta:

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Novi Sad, Centar za vinogradarstvo i vinarstvo D. O. O. Niš

CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотеке Матице српске, Нови Сад

634.8.047:631.4(497.11)

KARAKTERIZACIJA zemljišta Rasinskog okruga za optimalni izbor loznih podloga vinskih sorti vinove loze [Elektronski izvor] : vodič / urednik Darko Jakšić. - Novi Sad : Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, 2022

Način pristupa (URL): <https://ifvcns.rs>. - Način pristupa (URL): <https://cevvvin.rs>. - Opis zasnovan na stanju na dan 16.11.2022. - Nasl. sa naslovnog ekrana. - Bibliografija uz svako poglavlje.

ISBN 978-86-80417-91-2

a) Виногради -- Земљиште -- Расински округ б) Виноградарство -- Србија

COBISS.SR-ID 80229641

