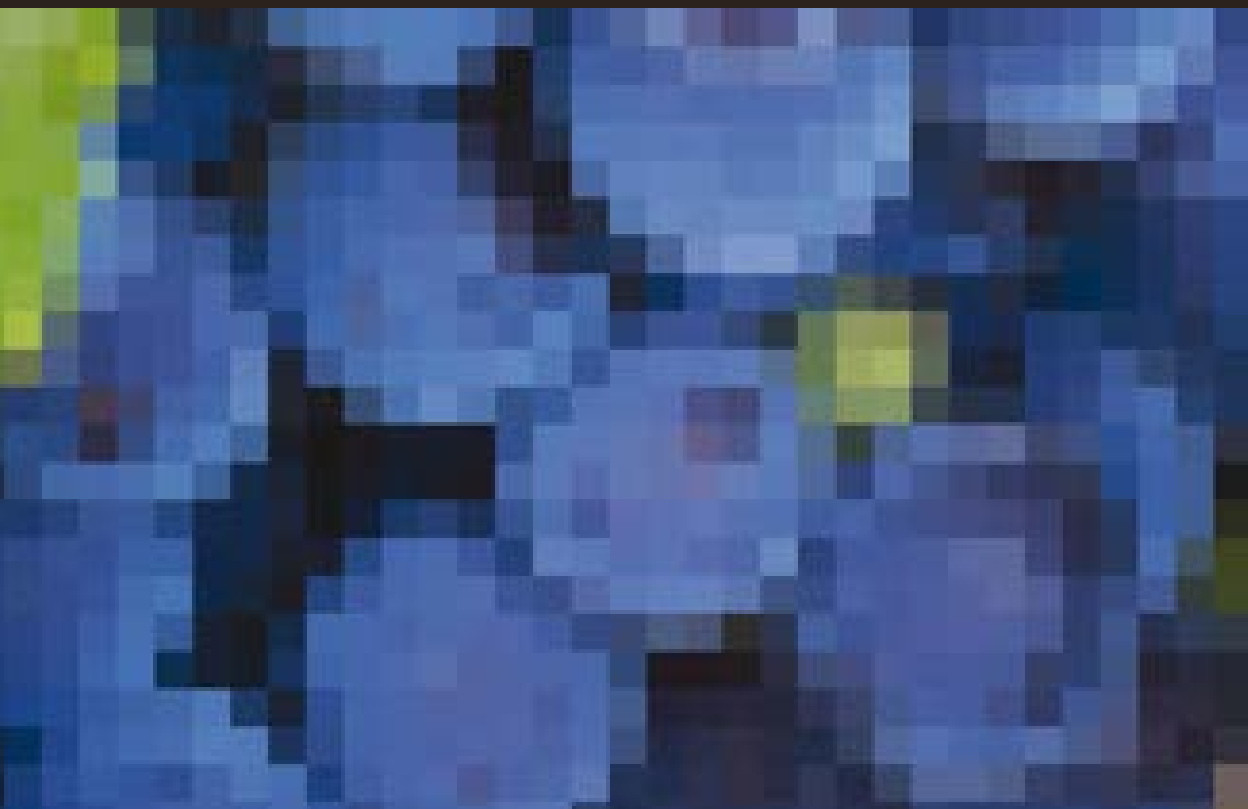



Нинков Јордана, уредница

ПЕДОЛОШКЕ И АГРОХЕМИЈСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ВИНОГРАДАРСКОГ РЕЈОНА ТРИ МОРАВЕ





Нинков Јордана, уредница

ПЕДОЛОШКЕ И АГРОХЕМИЈСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ВИНОГРАДАРСКОГ РЕЈОНА ТРИ МОРАВЕ

Уредница:
Др Јордана Нинков

Лектор:
Ивана Кнежевић, дипл. филол.

Рецензенти:
Љиљана Нешић, Срђан Шеремешкић и Драгослав Иванишевић
Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду

Дизајн и техничко уређење: Kitchen&GoodWolf

Обрада резултата у GIS-у: Штефан Хансман

Фотографије: Бранкица Ђурчић

Издавач: Институт за ратарство и повртарство,
Максима Горког 30, Нови Сад

CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

634.8.047:631.5(497.11)

**ПЕДОЛОШКЕ и агрохемијске карактеристике
виноградског рејона Три Мораве** / [Јордана Нинков ... и
др.]. - Нови Сад : Институт за ратарство и повртарство, 2016
(Нови Сад : "Стојков"). - 232 стр. : илустр. ; 22 cm

Тираж 200. - Библиографија.

ISBN 978-86-80417-66-0

1. Нинков, Јордана

а) Виногради - Земљиште - Квалитет - Србија

COBISS.SR-ID 302684935

Автори

Др Јордана Нинков

Институт за ратарство и повртарство

Др Јовица Васин

Институт за ратарство и повртарство

Др Јелена Маринковић

Институт за ратарство и повртарство

Др Снежана Јакшић

Институт за ратарство и повртарство

мр Станко Милић

Институт за ратарство и повртарство

мастер инж. Душана Бањац

Институт за ратарство и повртарство

Проф. др Слободан Марковић

Природно-математички факултет,

Универзитет у Новом Саду

Дарко Јакшић, дипл. инж. пољ.-мастер

Министарство пољопривреде и заштите животне средине

Институт за ратарство и повртарство

2016.

ПРЕДГОВОР

Да би се измерило немерљиво, квалитет и карактеристике вина се описују бројним параметрима. Земљиште на коме расте винова лоза представља есенцијални део тог калеидоскопа различитих фактора који утичу на квалитет и карактеристике вина.

Ова монографија се бави земљишним карактеристикама нашег, према површини највећег, виноградарског рејона - Три Мораве. Након увида у опште карактеристике овог рејона и детаљне процене виноградарских парцела у оквиру девет појединачних виногорја, земљиште је, затим, посматрано кроз геоморфолошке, геолошке детерминанте формирања и класификацију земљишта уз примену географског информационог система ГИС-а.

Обрађени материјал у наредним поглављима изнет је на основу спроведених опсежних теренских, педолошких и лабораторијска истраживања, која су обухватила 16 репрезентативних локација виноградарског рејона Три Мораве. Сакупљен је велики број узорака земљишта из отворених педолошких профила, контролних бушотина, са производних парцела и околног земљишта шума - као контрола. Резултати су приказани кроз следеће целине: физичке и водно физичке карактеристике, агрохемијске карактеристике, утврђивање одсуства опасних и штетних материја и микробиолошке карактеристике земљишта.

На основу добијених резултата и изведених закључака, обезбеђени су неопходни подаци за представљање утицаја земљишних фактора на квалитет и карактеристике вина будуће ознаке географског порекла вина „Три Мораве“ по новом „PDO/PGI“ систему, који је уведен у Европској унији и Републици Србији. Један од главних елемената спецификације производа у овом систему је доказивање узрочне везе, односно, утицаја природних и људских фактора на квалитет и карактеристике вина. На тај начин, винарије Удружења произвођача вина са ознаком географског порекла „Три Мораве“ могу да уврсте ове податке у Елаборат, тј. спецификацију производа, и уз обезбеђивање осталих неопходних

података, да започну процедуру заштите ознаке географског порекла „Три Мораве“.

Поред тога, ова монографија може послужити произвођачима грожђа и вина виноградарског рејона Три Мораве, као и осталим произвођачима у Републици Србији, да изврше одређене агротехничке мере у складу са датим препорукама у циљу добијања висококвалитетног грожђа намењеног производњи вина.

Овај пример може послужити и као водич за остале виноградарске рејоне Србије и успостављање (регистрацију) других ознака географског порекла вина, односно њихову заштиту у Републици Србији, а затим и у Европској унији.

Напослетку, истицање специфичности и значаја земљишта у систему географског порекла представља најбољи допринос одрживом коришћењу земљишта као необновљивог природног ресурса. Заштита и очување земљишта са овог аспекта подразумева да се оваква земљишта трајно одржавају у доброј кондицији оптималним агротехничким мерама, уз поштовање абиотичких и биотичких фактора који владају у производном подручју.

Ова монографија је настала као резултат истраживања у оквиру пројекта под називом: „Карактеризација земљишта за ознаку географског порекла вина - виноградарски рејон Три Мораве“. Реализатор и суфинансијер Пројекта је Институт за ратарство и повртарство Нови Сад, Лабораторија за земљиште и агроекологију. Главни финансијер Пројекта је Министарство пољопривреде и заштите животне средине, Управа за пољопривредно земљиште у оквиру програма студијско истраживачких пројеката од значаја за Републику Србију за 2015. годину, у области: заштите, уређења и коришћења пољопривредног земљишта.

Захваљујемо се Удружењу произвођача вина са ознаком географског порекла Три Мораве и свим произвођачима учесницима у Пројекту, а посебно Др Марку Малићанину, на подршци и помоћи коју су нам пружили при реализацији теренских радова.

Захвалност дугујемо и члановима пројектног тима Института за ратарство и повртарство, пре свега теренској екипи: Д. Пантовићу, В. Стојкову, В. Ђупини, М. Живанову, Б. Ђурчић, Д. Бозокину и Ш. Хансману на организацији, логистици и физичкој издржљивости током врелих летњих дана узорковања. Захваљујући читавом колективу Лабораторије за земљиште и агроекологију и Одсеку за микробиолошке препарате, сви прикупљени узорци су анализирани високо професионално у релативно кратком року.

Такође, у име пројектног тима захваљујемо се спољним сарадницима: Ј. Кузмановић, М. Беадеру, В. Стојановићу, Т. Обућини, В. Перовићу, А. Вуковић, М. Вујадиновић Мандић и М. Гризел на подршци, помоћи и подацима које су нам уступили приликом реализације Пројекта.

Јордана Нинков, уредница

ИЗ РЕЦЕНЗИЈЕ

Ово дело ће бити од велике користи свима који се баве виноградарском производњом као и карактеризацијом земљишта одређеног виноградарског подручја као незаобилазним условом за доказивање квалитета и карактеристика вина из дате ознаке географског порекла.

Проф. др Љиљана Нешић

Оно по чему се ова књига издваја је то што се аспект производње грозђа и вина прелама и сагледава кроз еколошке чиниоце наглашавајући да имају приближно исти, ако не и већи значај од сорте и технологије гајења. Посебно треба нагласити начин на који су земљишна својства (квалитет земљишта) доведена у контекст стварања вина највишег квалитета.

Доц. др Срђан Шеремешкић

Аутори су се прихватили тешког задатка да читаоцима на пријемчив начин приближе проблематику виноградарских земљишта која у великој мери опредељују сортимент и начин виноградарења. Монографска публикација представља веома актуелно научно дело, пошто употребом савремених научних метода врши карактеризацију једног виноградарског рејона. О актуелности научног дела у прилог говори чињеница да у Србији ова тема још није довољно обрађена.

Доц. др Драгослав Иванишевић

Садржај:

1	Концепт система географског порекла за вина и значај земљишних карактеристика у том систему	15
	<i>Дарко Јакшић и Јордана Нинков</i>	
	Систем географског порекла за вина	15
	Утицај земљишта на квалитет и карактеристике вина	29
	Закључак	36
2	Неке битне карактеристике виноградарског рејона Три Мораве	41
	<i>Дарко Јакшић</i>	
	Опште карактеристике и географски положај рејона	41
	Заступљеност произвођача грожђа и површине под виноградима	44
	Климатске карактеристике рејона Три Мораве	46
	Карактеризација климе рејона Три Мораве кроз основне биоклиматске индексе OIV-а (Међународне организације за винову лозу и вино)	53
	Топографске карактеристике рејона Три Мораве	58
	Сортимент	64
	Узгојни облици	66
	Санитарни статус винограда рејона Три Мораве	67
	Производња вина у рејону Три Мораве	68
	Виногорја рејона Три Мораве	69
	Закључак	80
3	Геоморфолошке и геолошке детерминанте формирања земљишта	85
	<i>Слободан Марковић</i>	
	Геоморфолошке детерминанте формирања земљишта	88
	Геолошке детерминанте формирања земљишта	94

Заштита и геонаслеђе виноградарских земљишта у синергији са развојем винског туризма	98
Закључак	99
4 Класификација земљишта виноградарског рејона Три Мораве	103
<i>Јовица Васин</i>	
Најважнији типови земљишта према ранијим истраживањима	106
Класификација испитиваних земљишта на основу пројектних активности	111
Закључак	122
5 Физичка и водно-физичка својства земљишта	125
<i>Јовица Васин</i>	
Запреминска маса	126
Специфична маса	130
Густина паковања	132
Укупна порозност	134
Водопропустљивост	136
Механички састав	139
Закључак	145
6 Основна хемијска својства земљишта	147
<i>Снежана Јакшић, Станко Милић и Јордана Нинков</i>	
Примењене методе истраживања	152
Реакција земљишта и садржај слободног калцијум-карбоната	153
Садржај органске материје	160
Садржај макроелемената	162
Приступачан садржај микроелемената	170
Закључак	175

7 Садржај опасних и штетних материја (тешких метала)	179
<i>Јордана Нинков и Душана Бањац</i>	
Садржај штетних материја	186
Садржај опасних материја	192
Закључак	198
8 Микробиолошка својства земљишта	205
<i>Јелена Маринковић</i>	
Бројност и ензимска активност микроорганизама у зависности од дубине земљишта	208
Бројност и ензимска активност микроорганизама у зависности од рН реакције земљишта	214
Бројност и ензимска активност микроорганизама у зависности од садржаја хумуса у земљишту	217
Бројност и ензимска активност микроорганизама у зависности од нивоа обезбеђености лакоприступачним фосфором	219
Бројност и ензимска активност микроорганизама у зависности од садржаја укупног и лакоприступачног бакра у земљишту	221
Закључак	227

МИКРОБИОЛОШКА СВОЈСТВА ЗЕМЉИШТА

Земљиште је веома сложен и динамичан екосистем у коме се одвија велики број физичких, хемијских и биолошких процеса. Микроорганизми чине од 0,1 до 3% целокупне органске материје земљишта, а њихова биомаса у просеку износи од 1 до 5 тона по хектару (Killham, 1994). Бројност микроорганизама креће се од неколико десетинадо неколико милијарди у једном граму земљишта. Диверзитет земљишне микрофлоре је веома велики. Један грам земљишта може да садржи и више од десет милијарди микроорганизама и хиљаде различитих врста (Schloss and Handelsman, 2006), а целокупни диверзитет микроорганизама у земљишту још увек је у великој мери непознат (Coleman, 2011). Већина биолошких процеса у земљишту (80-90%) одвија се захваљујући ензимској активности микроорганизама (Nannipieri, 2003). Међу земљишним микроорганизмима, најбројније су бактерије (10^8 - 10^9 g⁻¹ земљишта), актиномицете (10^7 - 10^8 g⁻¹ земљишта), гљиве (10^5 - 10^6 g⁻¹ земљишта) и алге (10^4 - 10^5 g⁻¹ земљишта) (Chen et al., 2003).

Микроорганизми чине највећи део биолошке фазе земљишта и активно учествују у процесима његовог настајања, као и у остваривању плодности земљишта. Заједнице земљишних микроорганизама укључене су у бројне процесе неопходне за функционисање овог екосистема, као што су кружење хранљивих елемената и разлагање

органске материје (Sowerbya et al., 2005; Hueso et al., 2011). Основни биогени елементи се у земљишту налазе претежно везани у органским једињењима и у таквом облику нису директно доступни биљкама. Микроорганизми имају кључну улогу у минерализацији органских једињења до неорганских и мобилизацији тешко растворљивих неорганских једињења у земљишту. Деловањем микробиолошких ензима, хранљиви елементи се преводе у облике које биљке могу да усвајају. На тај начин, микроорганизми обезбеђују биљке асимилативима и директно учествују у формирању приноса гајених биљака. С обзиром на то да је исхрана биљака директно везана за активност микроорганизама, за успешну биљну производњу неопходно је обезбедити услове за оптимално протицање микробиолошких процеса (Јарак *i sag.*, 2005). Микроорганизми се у земљишту налазе у одређеним уравнотеженим односима који су карактеристични за сваки тип земљишта и за свако климатско подручје. Различите агротехничке мере могу довести до поремећаја тих односа, што се манифестује смањењем њихове бројности и ензимске активности (Маринковић *i sag.*, 2007; 2008). Примењене агротехничке мере треба прилагодити, како би се у земљишту остварили услови за неометан развој и биохемијску активност микроорганизама, а све у циљу постизања високих приноса и очувања еколошке равнотеже у земљишту. Одређивање присуства систематских и физиолошких група микроорганизама, бројност појединих родова и врста и активност микробиолошких ензима представљају показатеље опште микробиолошке активности и потенцијалне плодности земљишта.

Структура и функционисање микробних заједница одраз је интеракције бројних абиотичких и биотичких фактора у земљишту (Маринковић *i sag.*, 2007). Микроорганизми су ефективни само када у животној средини постоје одговарајући и оптимални услови за одвијање метаболичких процеса, као што су доступност воде и кисеоника, одговарајућа рН реакција и температура. Промене у саставу микробних популација и у активности микроорганизама могу претходити мерљивим променама у хемијским и физичким особинама земљишта, а на тај начин се може обезбедити рана индикација поремећаја у земљишту (Rawnsley, 2008). Смањена разноврсност и активност микроорганизама је индикација загађеног

или деградираног земљишта и његове ниске плодности. Поремећаји физичко-хемијских својстава земљишта, високе концентрације тешких метала, пестицида и других загађивача су стресни чиниоци који могу да инхибирају раст и активност микроорганизама (Tintor i sag., 2007; 2008). Микроорганизми имају потенцијал за брз раст и трансформацију, те микробне заједнице брже реагују на спољашње утицаје у поређењу са биљкама и животињама. Зато микроорганизми представљају поуздане индикаторе евентуалних поремећаја у земљишту и омогућају добијање брзе и прецизне информације и о мањим променама које се дешавају у земљишту (Ros et al., 2003).

Током својих метаболичких процеса, земљишни микроорганизми синтетишу и излучују различите екстрацелуларне ензиме, који чине важну компоненту земљишног матрикса. Ензими имају значајну улогу у циклусу хранљивих елемената у земљишту, а фактори који утичу на активност земљишних микроорганизама утичу и на продукцију ензима који контролишу доступност хранљивих елемената и плодност земљишта.

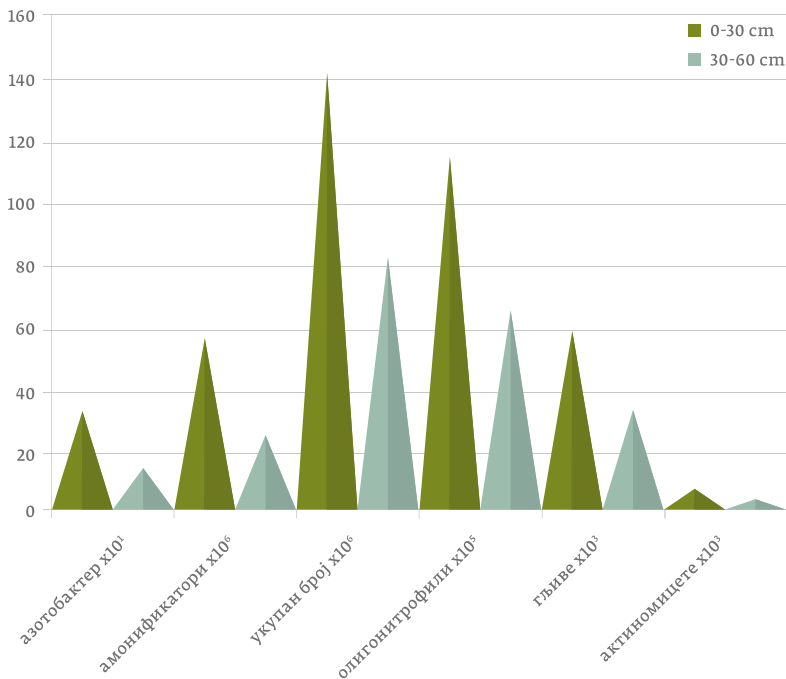
Праћење ензимске активности, стога, може бити ефикасно у детектовању различитих промена у квалитету земљишта, као што је загађење тешким металима. Утврђивање активности ензима у земљишту често се користи као поуздан параметар за одређивање функционисања микроорганизама, јер су ензими осетљивији на повишене концентрације метала у земљишту и промене у окружењу од неких других параметара који могу бити релевантни за функционисање пољопривредног земљишта (Wightwick et al., 2013).

Приликом карактеризације неког земљишта, нагласак је углавном на хемијским и физичким показатељима квалитета земљишта, а мање на биолошким индикаторима, који се генерално сматрају тежим за предвиђање и квантификовање. Иако су физичке и хемијске особине веома битне одреднице квалитета земљишта, многи процеси у земљишту одређени су биолошком активношћу. Зато је утврђивање ензимске активности предложено као интегративна мера у одређивању квалитета земљишта (Ritches et al., 2013).

Бројност и ензимска активност микроорганизама у зависности од дубине земљишта

У испитиваним земљиштима, бројност и ензимска активност микроорганизама зависили су од парцеле и дубине земљишта. Тип земљишта највише утиче на бројност и активност микроорганизама, а за светиповеземљишта карактеристично је да се број микроорганизама смањује са дубином (Marinković *et al.*, 2007). У површинском слоју 0-30 cm где има више органске материје, довољно влаге и кисеоника, бројност и активност микроорганизама је већа, а највише су заступљени аеробни микроорганизми чија је активност и најзначајнија за биљну производњу. Дубљи слојеви земљишта сиромашнији су хранљивим материјама, еколошки услови су неповољнији, те скоро 80-90% микроорганизама насељава површинске слојеве земљишта (Nattori, 1973; Jarak i Čolo, 2007).

У свим узорцима земљишта, бројност испитиваних група микроорганизама мања је на већим дубинама, (30-60 cm) (Графикон 39).



Укупан број микроорганизама представља један од показатеља опште биогености земљишта (Јагак и Ђурић, 2006). У оквиру укупног броја микроорганизама у земљишту, највећи део чине бактерије. Бактерије су значајне за кружење азота, угљеника, сумпора, фосфора и других елемената. Велики број бактерија су разлагачи органске материје из које добијају енергију и хранљиве елементе.

За одређивање укупног броја микроорганизама у земљишту, коришћена је метода агарних плоча које су засејане разређеном суспензијом земљишта (10^{-6}). Инкубација је трајала пет дана, на температури од 28°C . Број израслих колонија прерачунат је на 1 грам апсолутно сувог земљишта (Јагак и Ђурић, 2006). У испитиваним узорцима, у површинском слоју земљишта, забележена је висока бројност ове групе микроорганизама. Просечна бројност бактерија, на свим испитиваним површинама, износила је 141×10^6 (у слоју 0-30 cm), а са повећањем дубине (30-60 cm), њихова бројност се смањивала (83×10^6) (Графикон 39).

Амонификатори (аминохетеротрофи) представљају групу микроорганизама укључену у процесе кружења азота у земљишту. Органска једињења азота у земљишту трансформишу се у процесу амонификације до амонијака (NH_3) или амонијум-јона (NH_4^+). Овај процес одвија се у току метаболичких процеса микроорганизама амонификатора. Амонификатори учествују у процесима разлагања и трансформације протеина, аминокиселина и нуклеинских киселина, а њихова бројност користи се као индикатор садржаја органских једињења азота у земљишту (Јагак и Џоло, 2007).

Бројност амонификатора одређена је методом агарних плоча на чврстој месопептонској подлози (МПА) (Pochon and Tardieux, 1962), која је засејана разређеном суспензијом земљишта (10^{-6}). Инкубација је трајала три дана, на температури од 28°C . Број израслих колонија прерачунат је на 1 грам апсолутно сувог земљишта (Јагак и Ђурић, 2006).

У испитиваним узорцима, у површинском слоју земљишта забележено је значајно присуство амонификатора. Просечна бројност ових микроорганизама за све испитиване локалитете износила је 56×10^6 (у слоју 0-30 cm), а бројност се смањује на дубинама преко 30 cm (25×10^6) (Графикон 39).

Олигонитрофили су група микроорганизама која је, такође, укључена у циклус азота. Ови микроорганизми учествују у процесу биолошког везивања атмосферског азота и спадају у аеробне, хетеротрофне, азотофиксаторе. Азотофиксатори су специфична група микроорганизама који имају способност да редукују елементарни азот и преводе га у форме које су доступне биљкама, а у исто време обогаћују земљиште овим значајним елементом (Milošević i Jarak, 2005). Слободни азотофиксатори живе у околном земљишту и ризосфери, а асоцијативни на површини корена, стабла или листа, при чему не стварају морфолошке промене.

Укупан број слободних и асоцијативних азотофиксатора у земљишту одређен је методом агарних плоча на чврстој Фјодоровој подлози (Andreson, 1958), која је засејана разређеном суспензијом земљишта (10^{-5}). Инкубација је трајала пет дана, на температури од 28°C. Број израслих колонија прерачунат је на 1 грам апсолутно сувог земљишта (Jarak i Đurić, 2006).

Значајно присуство ове групе бактерија забележено је и у површинским и у дубљим слојевима испитиваних узорака земљишта. Просечна бројност ових микроорганизама за све испитиване локалитете износила је 114×10^6 (у слоју 0-30 cm), а бројност се смањује на дубинама преко 30 cm (66×10^6) (Графикон 39).

Врсте бактерија из рода *Azotobacter* су једна од најзначајнијих група слободних, аеробних азотофиксатора у нашим пољопривредним земљиштима. Бројност азотобактера зависи од рН реакције средине, влажности земљишта, садржаја органске материје и хранљивих елемената у земљишту, као и од присуства тешких метала и загађивача. С обзиром на то да за свој неометан раст и развој захтева услове који одговарају већини гајених биљака, присуство азотобактера се користи и као важан показатељ плодности земљишта. Врсте рода *Azotobacter* живе у земљиштима неутралне и благо алкалне реакције, а у ризосферном земљишту заступљеност азотобактера је већа него у околном земљишту (Milošević i Jarak, 2005). Азотобактер је осетљив на неповољне услове средине, а нарочито на киселу реакцију земљишта, те у земљиштима где је рН вредност ниска (испод 5), заступљеност азотобактера је веома слаба или га уопште нема.

Бројност рода *Azotobacter* одређена је методом агарних плоча и методом фертилних капи на Фјодоровој подлози (Andreson, 1958), засејавањем са одговарајућом суспензијом земљишта (10^{-1}). Инкубација је трајала 48 сати, на температури од 28°C. Број формираних колонија прерачунат је на 1 грам апсолутно сувог земљишта (Јарак и Ђурић, 2006).

У испитиваним узорцима земљишта рН реакција се кретала од неутралне до веома киселе што је имало велики утицај на заступљеност азотобактера. Просечна бројност врста из рода *Azotobacter* за све испитиване локалитете износила је 33×10^1 (у слоју 0-30 cm), а бројност се смањује на дубинама преко 30 cm (13×10^1) (Графикон 39).

Зракасте бактерије – **актиномицете** су специфична група бактерија, кончастог облика ћелије, а колоније су им компактне и често пигментисане. Актиномицете су хетеротрофни микроорганизми и бројне су у земљиштима са високим садржајем органске материје. Аероби су, и зато се најбоље развијају у површинским слојевима земљишта. Актиномицете су бројније у неутралним и благо алкалним земљиштима (рН 6,8-8,5). Активни су разлагачи органских материја из којих стварају биљне асимилативе, а укључене су у циклусе угљеника, азота, фосфора, сумпора, гвожђа. Актиномицете продукују велики број ензима неопходних за разлагање сложених органских једињења (целулоза, лигнин, пектин и др.) и учествују у синтези хумуса. Посебна одлика појединих родова и врста актиномицета је да могу да продукују антибиотике и витамине (Б₁, Б₂ и Б₁₂), и на тај начин утичу на различите физиолошке процесе у другим микроорганизмима и биљкама (Јарак и Ђоло, 2007).

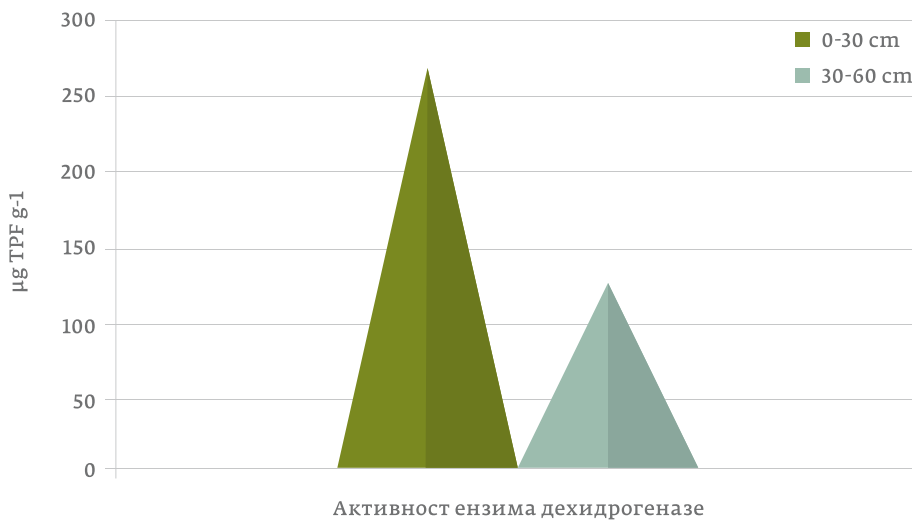
Бројност актиномицета одређена је методом агарних плоча на синтетичкој подлози по Krasiljnikovu (1965), засејавањем са одговарајућом суспензијом земљишта (10^{-3}). Инкубација је трајала седам дана, на температури од 28°C. Број израслих колонија прерачунат је на 1 грам апсолутно сувог земљишта (Јарак и Ђурић, 2006).

Просечна бројност актиномицета, за све испитиване локалитете, износила је 8×10^3 (у слоју 0-30 cm), а бројност се смањује на дубинама преко 30 cm (3×10^3) (Графикон 39).

Гљиве су хетеротрофни микроорганизми и бројне су у земљиштима са високим садржајем органске материје. Ацидофили су, те се боље развијају у киселим земљиштима, али су бројне и у земљиштима неутралне рН реакције. Гљиве учествују у минерализацији органских једињења, а посебно је значајна њихова улога у разградњи сложених органских материја као што су лигнин и пектин. Незаобилазна су компонента у синтези хумуса, а укључене су и у кружење других хранљивих елемената у земљишту.

Укупан број кончастих гљива одређен је методом агарних плоча на Сзарек-Дох подлози, засејавањем са одговарајућом суспензијом земљишта (10^{-3}). Инкубација је трајала пет дана на температури од 28°C . Број израслих колонија прерачунат је на 1 грам апсолутно сувог земљишта (Јагак и Ђурић, 2006).

Просечна бројност гљива, за све испитиване локалитете, износила је 60×10^3 (у слоју 0-30 cm). Гљиве су претежно аеробни микроорганизми, те се њихова бројност смањивала у дубљим слојевима земљишта (34×10^3) (Графикон 39).



Графикон 40: Активност ензима дехидрогеназе у зависности од дубине узорковања

Дехидрогеназе су ензими који катализују реакцију одвајања водоника од различитих органских једињења и његово преношење до кисеоника (аеробне дехидрогеназе) или до органских једињења (анаеробне дехидрогеназе) (Jarak i Ćolo, 2007). Ови процеси део су респирационог пута земљишних микроорганизама и уско су повезани са типом земљишта и водно-ваздушним режимом у земљишту. С обзиром на то да чине део респирационог пута, активност ензима дехидрогеназе у земљишту може указати на потенцијал земљишта да подржи одвијање биохемијских процеса који су кључни за остваривање плодности земљишта. Дехидрогеназе су конститутивни ензими свих микроорганизама, те се на основу њихове активности може дати процена опште микробиолошке активности земљишта (Nannipieri et al., 2003). Активност дехидрогеназе, заједно са респирацијом, важан је индикатор биолошке активности у земљишту (Ros et al., 2006). Већа активност ензима дехидрогеназе указује на већи интензитет дисања, односно на већу микробиолошку активност. Биолошка активност у земљишту, у највећој мери, концентрисана је у површинским слојевима и генерално варира од дубине од неколико центиметара до дубине око 30 центиметара (Riches et al., 2013).

Активност ензима дехидрогеназе у овим истраживањима одређена је спектрофотометријском методом према стандарду SRPS EN/ISO 23753-1: 2013.

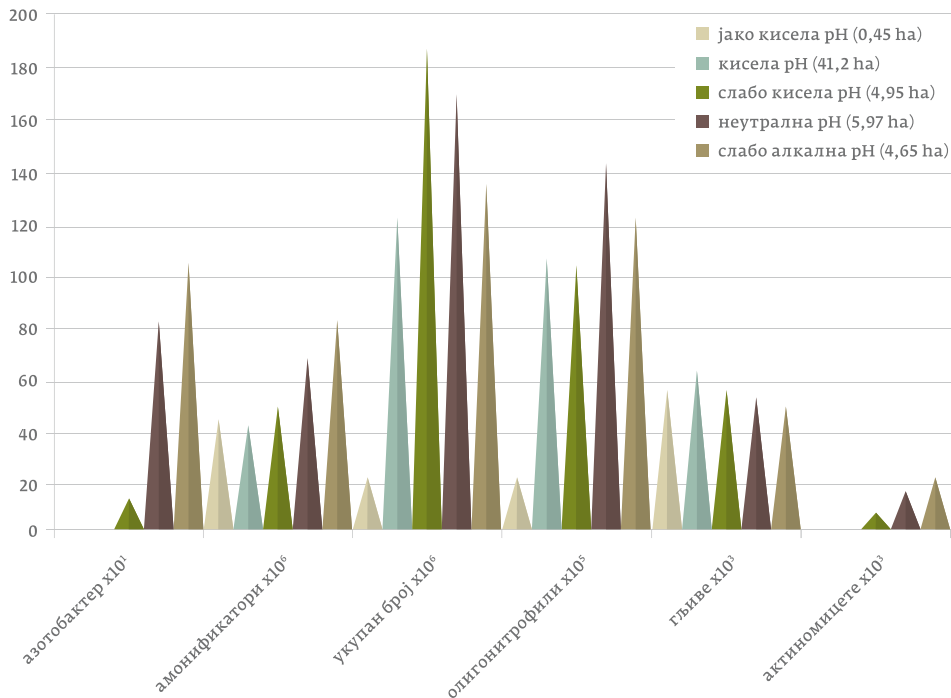
У испитиваним узорцима земљишта, у површинском слоју, забележена је виша просечна дехидрогеназна активност ($264 \mu\text{g TPF g}^{-1}$) која опада у дубљим слојевима земљишта ($123 \mu\text{g TPF g}^{-1}$), што је повезано са смањеном бројношћу микроорганизама на већим дубинама и неповољнијим еколошким условима (Графикон 40).

Бројност и ензимска активност микроорганизама у зависности од рН реакције земљишта

Најповољнији услови за развој и активност микроорганизама су земљишта неутралне рН реакције. рН реакција земљишног раствора је карактеристика земљишта од које у великој мери зависи структура микробних заједница, бројност и биохемијска активност, у свим земљиштима, па и у земљиштима под виноградима (Fernandez-Calvino et al., 2010a; Rousk et al., 2010; Corneo et al., 2013; Castaneda et al., 2015). У земљиштима неутралне рН реакције најбројније су бактерије. У киселијим земљиштима у већем броју су заступљене гљиве и ацидофилне бактерије, а у алкалним има више актиноциета и алкалофилних бактерија (Rousk et al., 2010).

Диверзитет и бројност бактеријских заједница у земљишту битно се разликују у зависности од рН реакције земљишта, а те разлике су највише изражене у земљиштима са рН реакцијом испод 5. Диверзитет бактерија највиши је у неутралним, а најнижи у киселим земљиштима (Lauber et al., 2009).

У површинском слоју (0-30 cm) већину испитиваних земљишта карактерише кисела рН реакција (41,2 ha), што је утицало на развој испитиваних група микроорганизама. Просечан укупан број микроорганизама и број олигонитрофила најнижи је у веома киселим земљиштима. Присуство азотобактера ($<10^1$) и значајније присуство актиноциета ($<10^3$) није забележено у земљиштима веома киселе и киселе рН реакције. С обзиром на то да кисела рН реакција погодује развоју гљива, највећа просечна бројност ове групе микроорганизама забележена је у земљиштима киселе рН реакције, а најнижа у слабо алкалној средини. Мања бројност амонификатора забележена је у јако киселим, киселим и слабо киселим земљиштима. Услови у земљиштима неутралне и слабо алкалне реакције повољно су утицали на развој већине испитиваних група микроорганизама. Бројност азотобактера, амонификатора, олигонитрофила и актиноциета, највећа је управо у овим земљиштима (Графикон 41).



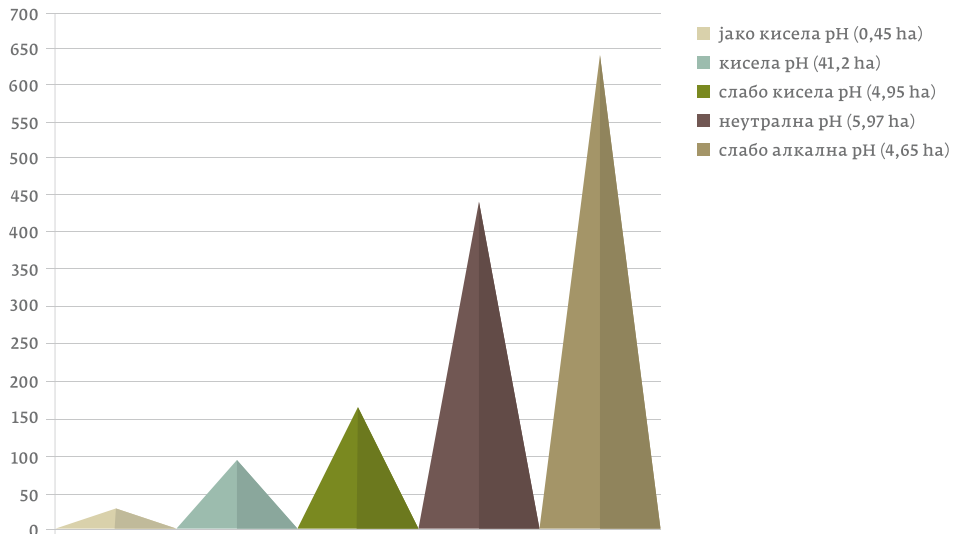
Графикон 41: Бројност појединих група микроорганизама у зависности од pH реакције у слоју земљишта 0-30 cm

Активност ензима дехидрогеназе зависила је од pH реакције средине, а највиша просечна активност забележена у земљиштима благо алкалне ($693 \mu\text{g TPF g}^{-1}$) и неутралне ($443 \mu\text{g TPF g}^{-1}$) pH реакције. Најнижа активност дехидрогеназе утврђена је у јако киселим земљиштима ($23 \mu\text{g TPF g}^{-1}$) (Графикон 42).

Претходна истраживања земљишта под виноградима и воћњацима у Републици Србији показала су да највећи утицај на бројност и ензимску активност микроорганизама има pH реакција земљишног раствора (Ninkov i sar., 2012; Ninkov i sar., 2014; Vasin i sar., 2014).

У истраживањима Fernandez-Calvino et al. (2010b), активност дехидрогеназе у земљиштима винограда у позитивној је корелацији са pH реакцијом земљишта, што указује да је кисела реакција потиснула потенцијалну ензимску активност. pH реакција има већи утицај на састав микробних заједница у земљиштима винограда него укупан садржај бабра у земљишту (Fernandez-Calvino et al., 2010a;

2010b). рН утиче на састав микробних заједница, или директно преко бројности и активности гљива и бактерија (Rousk et al., 2010), или индиректно променом абиотичких фактора као што су доступност храњивих материја (Kemmit et al., 2006; Aciego Pietri and Brookes, 2008) и растворљивост метала (Flis et al., 1993), што опет утиче на структуру и активност микроорганизама.



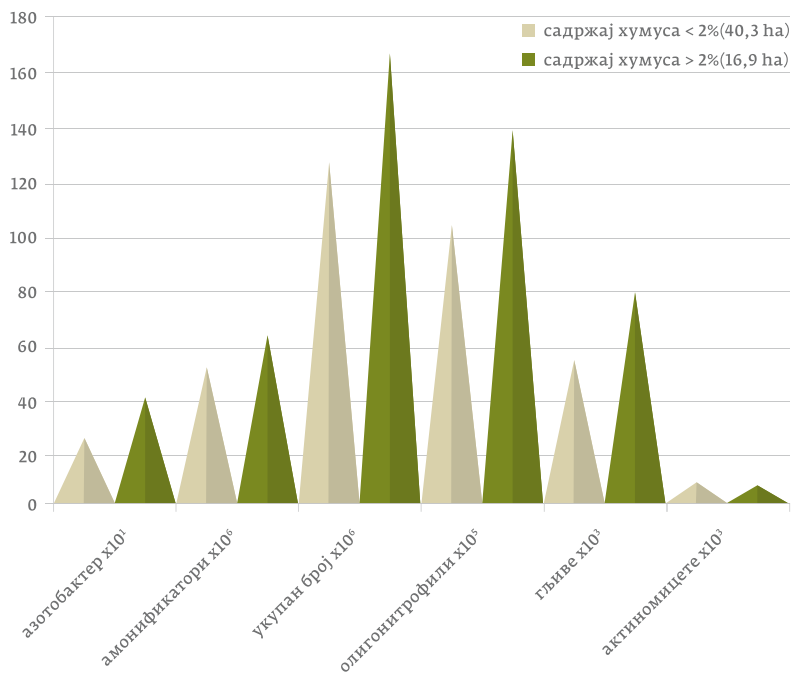
Графикон 42: Активност ензима дехидрогеназе у зависности од рН реакције у слоју земљишта 0-30 см

Бројност и ензимска активност микроорганизама у зависности од садржаја хумуса у земљишту

Већина земљишних микроорганизама за свој раст, развој и ензимску активност захтева органске изворе хранљивих елемената, те је садржај органске материје у земљишту један од ограничавајућих фактора њиховог раста (Naupes, 2005; Riches et al., 2013). Количина и састав органске материје утичу на формирање микробиолошких заједница у земљишту. Хумус утиче на бројност микроорганизама углавном преко неспецифичних састојака (угљених хидрата, протеина и липида), од чијег удела зависи које групе микроорганизама ће се развијати (Jarak i Čolo, 2007).

Садржај хумуса у земљишту једна је од најзначајнијих карактеристика плодности земљишта. Процес стварања хумуса је веома сложен и дуготрајан, а централну улогу у синтези хумуса имају управо микроорганизми. Почетна једињења за синтезу хумуса су остаци угинулих биљака, животиња и микроорганизама. Делимичне почетне трансформације ових једињења врше ситне животиње које живе у земљишту, а за кључни део трансформација, око 70%, одговорни су микроорганизми. На првом месту, то су бактерије, актиномицете и гљиве, а мањим делом алге и протозое. Највећа количина хумуса налази се у површинском слоју земљишта до дубине од око 30 cm и смањује се са повећањем дубине.

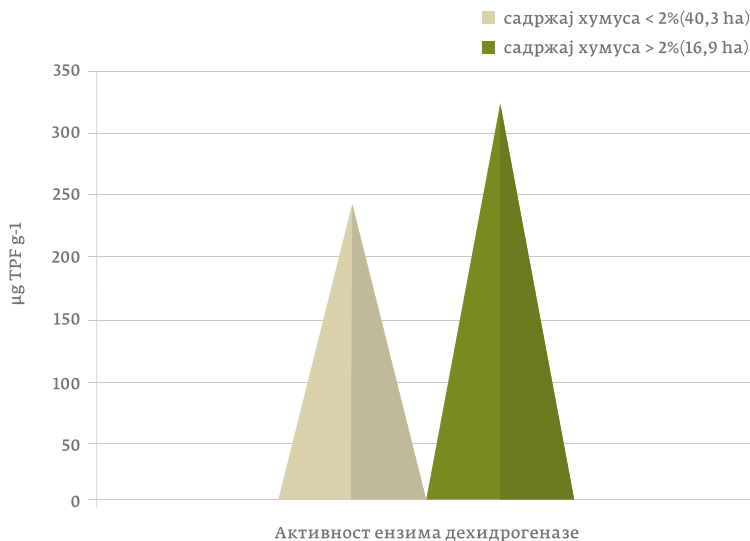
У испитиваним земљиштима где је садржај хумуса у површинском слоју био изнад 2%, укупан број микроорганизама, бројност амонификатора, олигонитрофила, азотобактера и гљива је већа. Бројност актиномицета није се значајније мењала у зависности од процента хумуса у испитиваним земљиштима (Графикон 43).



Графикон 43: Бројност појединих група микроорганизама у зависности од садржаја хумуса у површинском слоју земљишта (0-30 cm)

Већи садржај хумуса позитивно је утицао и на ензимску активност микроорганизама. Просечна дехидрогеназна активност у земљиштима са садржајем хумуса изнад 2% у површинском слоју била је $330 \mu\text{g TPF g}^{-1}$, а у земљиштима где је проценат хумуса испод 2%, забележена просечна активност дехидрогеназе је $244 \mu\text{g TPF g}^{-1}$ (Графикон 44).

Резултати ранијих истраживања (Ninkov i sar., 2014; Vasin i sar., 2014), показали су да је садржај хумуса у земљишту један од веома важних параметара који одређује бројност и ензимску активност микроорганизама. Бројност испитиваних група микроорганизама и активност ензима дехидрогеназе, и у тим истраживањима, била је већа у земљиштима са садржајем хумуса изнад 2%.



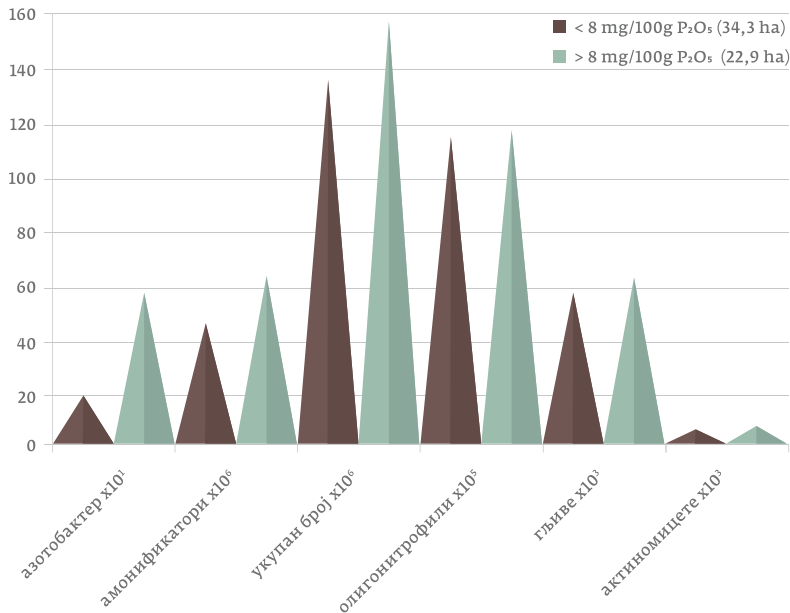
Графикон 44: Активност ензима дехидрогеназе у зависности од садржаја хумуса у слоју земљишта 0-30 cm

Бројност и ензимска активност микроорганизама у зависности од нивоа обезбеђености лакоприступачним фосфором

Лакоприступачни минерални елементи у земљиште се уносе применом минералних ђубрива. Минерална ђубрива су извор лакоприступачних хранива за микроорганизме, што се одражава на њихово умножавање, повећање биомасе и ензимске активности. У мање плодним земљиштима, уношење оптималних количина минералних ђубрива може значајно стимулирати развој микроорганизама и микробиолошке процесе. Међутим, повећане количине минералних ђубрива у сваком земљишту узрокују поремећај равнотеже микробиолошких процеса и смањење активности већине корисних група микроорганизама (Jarak i Ćolo, 2007).

На већини површина испитиваних земљишта (34,3 ha), ниво

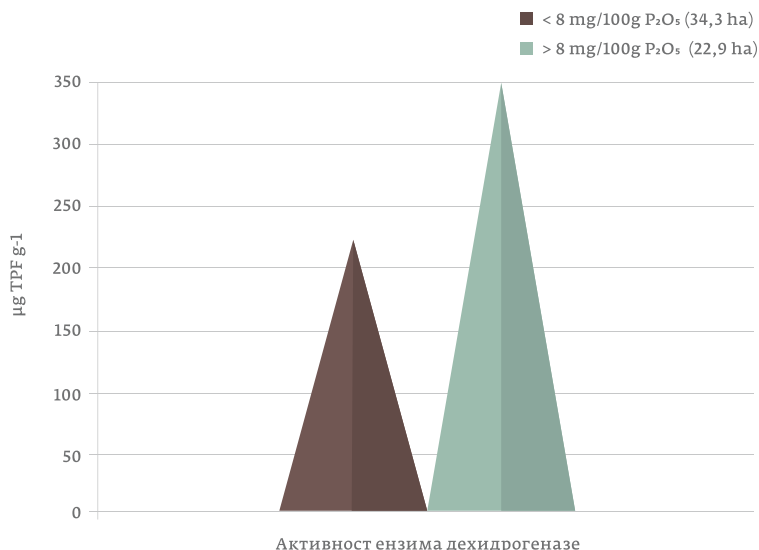
обезбеђености лакоприступачним фосфором у површинском слоју (0-30 cm) је врло низак и низак (до 8 mg/100g P₂O₅). Обезбеђеност земљишта лакоприступачним фосфором изнад 8 mg/100g сматра се средњим нивоом обезбеђености. Стога је у тумачењу резултата ових истраживања обезбеђеност фосфором изнад 8 mg/100g узета за „граничну вредност“ утицаја овог макроелемента на микроорганизме. На површинама где је ниво обезбеђености лакоприступачним фосфором виши од 8 mg/100g P₂O₅, забележена је и већа бројност свих испитиваних група микроорганизама. Већи садржај фосфора највише је утицао на присуство азотобактера, те је бројност ове групе азотофиксатора скоро три пута већа (Графикон 45).



Графикон 45: Бројност појединих група микроорганизама у зависности од нивоа обезбеђености лакоприступачним фосфором у слоју земљишта 0-30 cm

Ниво обезбеђености лакоприступачним фосфором изнад 8 mg/100g P₂O₅ утицао је и на активност ензима дехидрогеназе у земљишту. Просечна дехидрогеназна активност у овим земљиштима, у површинском слоју, била је 349 $\mu\text{g TPF g}^{-1}$, а у земљиштима где је ниво

обезбеђености мањи од $8 \text{ mg}/100\text{g P}_2\text{O}_5$, забележена просечна активност дехидрогеназе је $224 \text{ } \mu\text{g TRF g}^{-1}$ (Графикон 46).



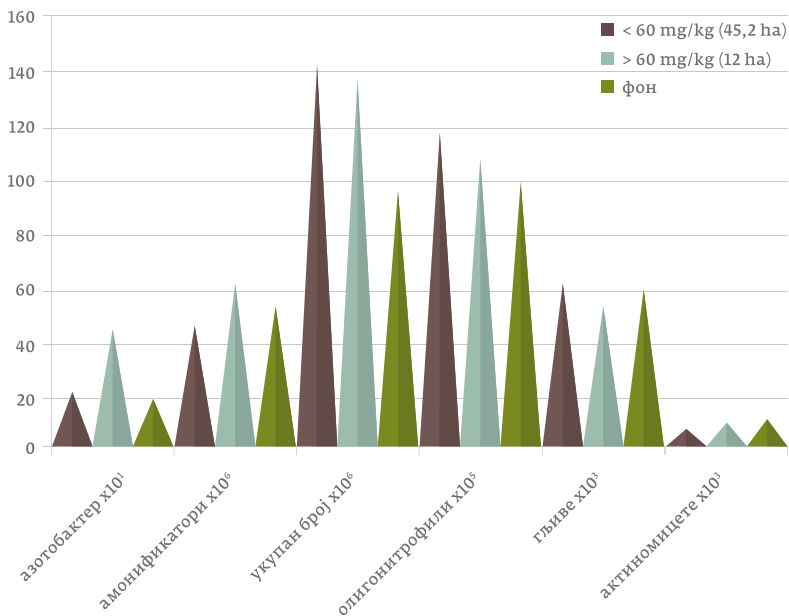
Графикон 46: Активност ензима дехидрогеназе у зависности од нивоа обезбеђености лакоприступачним фосфором у слоју земљишта 0-30 cm

Бројност и ензимска активност микроорганизама у зависности од садржаја укупног и лакоприступачног бакра у земљишту

Штетан утицај тешких метала на живи свет у земљишту зависи првенствено од њихове мобилности, растворљивости и биодоступности. На приступачност тешких метала утичу физичко-хемијске особине земљишта, као што су рН реакција, механички састав, садржај органске материје, садржај калцијум карбоната и лакоприступачног фосфора, извор и количине тешких метала (Farnandez-Calvino et al., 2010b).

Земљишта под виноградима су посебно угрожена од загађења бавром услед дуготрајне и интензивне примене фунгицида на бази бакра, а овај проблем је присутан и у нашој земљи (Ninkov i sar., 2008; 2012; 2014).

Концентрације бакра у земљишту, које имају токсичне ефекте на популације микроорганизама, у великој мери зависе од карактеристика самог земљишта (Giller et al., 2009). Последице које одређене концентрације бакра изазивају на различитим земљиштима повезане су са истим оним факторима који утичу на доступност бакара у земљишту (Broos et al., 2007; Farnandez-Calvino et al., 2009; Wightwick et al., 2010).

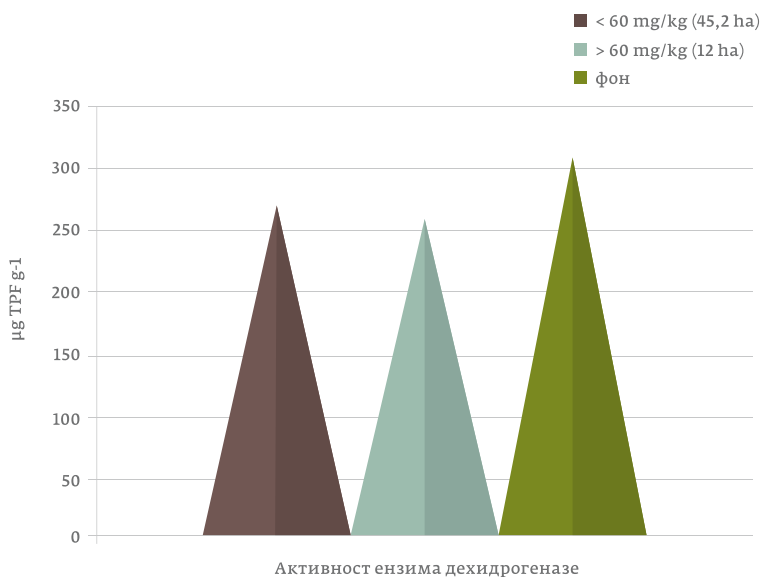


Графикон 47: Бројност појединих група микроорганизама у зависности од укупног садржаја бакра у слоју земљишта 0-30 cm

Ова истраживања показала су да укупан садржај бакра у земљишту изнад 60 mg/kg не утиче значајно на бројност испитиваних група микроорганизама. Утврђена просечна бројност азотобактера и

амонификатора виша је у земљиштима где је укупан садржај бакра био изнад 60 mg/kg, у поређењу са земљиштима са нижим садржајем и са земљиштима контрола (Графикон 47).

Активност ензима дехидрогеназе се није значајно мењала у зависности од укупног садржаја бакра у земљишту. У земљиштима где је укупан садржај бакра био виши од 60 mg/kg, забележена је просечна активност од 258 $\mu\text{g TRF g}^{-1}$, а у земљиштима са нижим садржајем од 60 mg/kg, активност од 268 $\mu\text{g TRF g}^{-1}$ (Графикон 48).

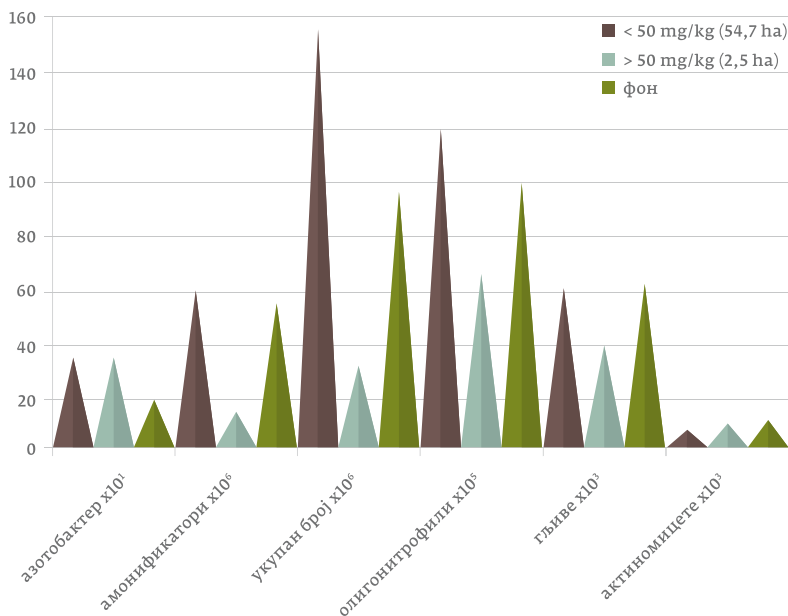


Графикон 48: Активност ензима дехидрогеназе у зависности од укупног садржаја бакра у слоју земљишта 0-30 cm

Примена фунгицида на бази бакра често је повезивана са смањеном активношћу микроорганизама и променама у структури микробних заједница у земљиштима винограда и воћњака (Diaz-Ravina et al., 2007; Wang et al., 2009; Farnandez-Calvino et al., 2010a; 2010b; Wightwick et al., 2013). Повећане концентрације бакра (посебно слободних јона бакра) могу негативно утицати на бројност, биомасу, разноврсност и активност земљишних микроорганизама (Viti et al., 2008; Farnan-

dez-Calvino et al., 2010a). Поједина истраживања земљишта винограда указала су на промене у микробној биомаси и активности услед загађења бакром (Diaz-Ravina et al., 2007; Miguens et al., 2007; Probst et al., 2008).

Поновљена примена мањих доза фунгицида на бази бакра може имати релативно мали утицај на микробне заједнице, и то су дозе од којих микроорганизми могу да се опораве. Постепено повећање укупне концентрације бакра у земљишту омогућава земљишним микроорганизмима да се адаптирају на присуство бакра. На тај начин, подстиче се и развој микробних заједница толерантнијих на бакар, али се у исто време потискују и аутохтоне микробне популације (Riches et al., 2013).

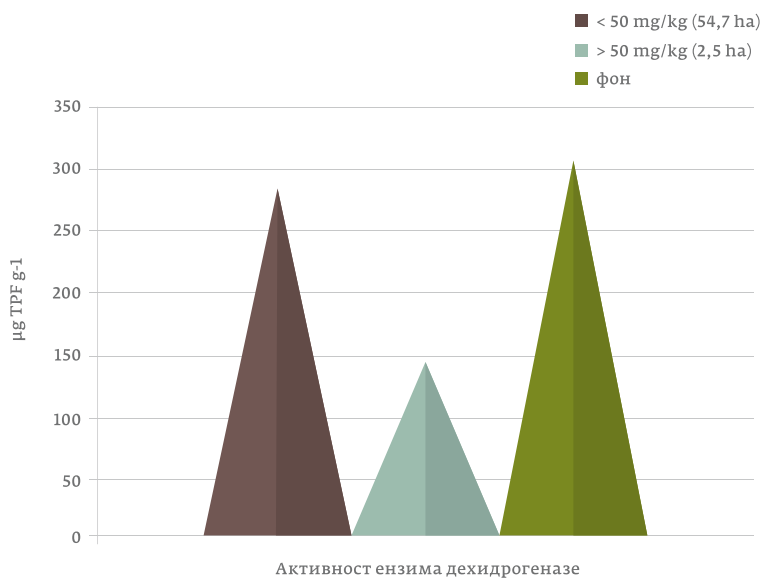


Графикон 49: Бројност појединих група микроорганизама у зависности од садржаја лакоприступачног бакра (Cu EDTA) у слоју земљишта 0-30 cm

Резултати истраживања показали су да је просечна бројност већине

испитиваних група микроорганизама мања у земљиштима са садржајем лакоприступачног бакра изнад 50 mg/kg. Највеће промене забележене су у бројности амонификатора, олигонитрофила и укупног броја микроорганизама (Графикон 49). Нижа просечна активност ензима дехидрогеназе такође је забележена у земљиштима где је садржај лакоприступачног бакра био изнад 50 mg/kg (Графикон 50). Међутим, бројност азотобактера и актиномицета није се мењала у зависности од садржаја лакоприступачног бакра (Графикон 49). Познато је да су врсте из рода *Azotobacter* веома осетљиве на неповољне услове средине и да се њихово присуство користи као индикатор квалитета и плодности земљишта. Такође, у веома малом проценту (4%) испитиваних земљишта забележен је садржај лакоприступачног бакра изнад 50 mg/kg. Имајући у виду да се бројност азотобактера није променила и да су просечни резултати добијени на основу малог броја узорка (6 узорака), не може се са сигурношћу рећи да ли је мања бројност појединих група микроорганизама и нижа ензимска активност последица садржаја бакра изнад 50 mg/kg.

Праћење микробиолошке активности у земљиштима винограда представља својеврстан изазов. Наиме, примена различитих агротехничких мера и бројни спољашњи фактори могу утицати на микробиолошку популацију, те је веома тешко утврдити да ли су одређене промене настале заиста као последица примене фунгицида на бази бакра (Wightwick et al., 2013).



Графикон 50: Активност ензима дехидрогеназе у зависности од садржаја лакоприступачног бакра (Cu EDTA) у слоју земљишта 0-30 cm

Иако је активност ензима генерално повезана са величином микробне биомасе, смањење ензимске активности незначително промену величине и саставу микробних заједница. Наиме, бројни други фактори могу ометати функционисање ензима. Поједина истраживања показала су да повећане концентрације бакра утичу на инхибицију неких ензима укључених у кружење фосфора (Wightwick et al., 2013). Међутим, истраживања у земљиштима винограда која су спровели Fernandez-Calvino et al. (2010a; 2010b) показала су да је активност појединих ензима у слабој корелацији са повећаним концентрацијама бакра у земљишту, а да је pH реакција најважнији фактор који одређује ефекат концентрација бакра.

Закључак

Укупан број микроорганизама ($\times 10^6$), присуство азотобактера, бројност амонификатора ($\times 10^6$), олигонитрофила ($\times 10^5$), гљива ($\times 10^3$), актиномицета ($\times 10^3$) и значајна микробиолошка активност (активност ензима дехидрогеназе), како у површинским (0-30 cm), тако и дубљим слојевима (30-60 cm), указују на добре микробиолошке карактеристике испитиваних земљишта.

Бројност испитиваних група микроорганизама и дехидрогеназна активност мањи су на дубини 30-60 cm.

Разноврсност, бројност и активност микроорганизама на испитиваним парцелама првенствено је зависила од рН реакције земљишта. Азотобактер најбрже реагује на промене у спољашњој средини, те је кисела реакција земљишног раствора највише утицала на смањење бројности азотобактера.

Већи садржај хумуса (изнад 2%) и виши ниво обезбеђености лакоприступачним фосфором (изнад 8 mg/100 g), позитивно су утицали на бројност већине испитиваних група микроорганизама, али и на ензимску активност.

Ова истраживања показала су да укупан садржај бакра у земљишту изнад 60 mg/kg не утиче значајно на бројност испитиваних група микроорганизама и на активност ензима дехидрогеназе.

Просечна бројност већине испитиваних група микроорганизама и дехидрогеназна активност мања је у земљиштима са садржајем лакоприступачног бакра изнад 50 mg/kg. Међутим, имајући у виду да су просечни резултати добијени на основу малог броја узорка (6 узорака), не може се са сигурношћу рећи да ли је мања бројност појединих група микроорганизама и нижа ензимска активност последица садржаја бакра изнад 50 mg/kg.

Пољопривредни екосистеми ослањају се на заједнице земљишних микроорганизама како би се омогућило несметано одвијање бројних процеса у земљишту, као што су кружење хранљивих елемената и разлагање органске материје. Било какве негативне последице узроковане применом фунгицида на бази бакра могу дугорочно утицати на плодност пољопривредног земљишта. У циљу очувања и заштите агроеколошких система, поред агрохемијских анализа, важно је пратити и динамику микробиолошке активности у пољопривредним земљиштима.

Литература

1. Aciego Pietri J.C. and Brookes P.C. (2008): Nitrogen mineralisation along a pH gradient of a silty loam UK soil. *Soil Biology and Biochemistry*. 40: 797–802.
2. Anderson G.R. (1958): Ecology of *Azotobacter* in soil of the palouse region I. Occurrence. *Soil Science*. 86 (2): 57–62.
3. Broos K., Warne M.S.J., Heemsbergen D.A., Stevens D., Barnes M.B., Correll R.L., Mc Laughlin M.J. (2007): Soil factors controlling the toxicity of copper and zinc to microbial processes in Australian soils. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 26: 583–590.
4. Castaneda L.E., Godoy K., Manzano M., Marquet P.A., Barbosa O. (2015): Comparison of soil microbial communities inhabiting vineyards and native sclerophyllous forests in central Chile. *Ecology and Evolution*. 5 (18): 3857–3868.
5. Chen G., Zhu H., Zhang Y. (2003): Soil microbial activities and carbon and nitrogen fixation. *Research in Microbiology*. 154 (6): 393–398.
6. Coleman D.C. (2011): Understanding soil processes: one of the last frontiers in biological and ecological research. *Australasian Plant Pathology*. 40: 207–214.
7. Corneo P.A., Pellegrini A., Cappellin L., Roncador M., Chierici M., Gessler C., Pertot I. (2013): Microbial community structure in vineyard soils across altitudinal gradients and in different seasons. *FEMS Microbiology Ecology*. 84 (3): 588–602.
8. Diaz-Ravina M., de Anta R.C., Baath E. (2007): Tolerance (PICT) of the bacterial communities to copper in vineyards soils from Spain. *Journal of Environmental Quality*. 36: 1760–1764.
9. Fernandez-Calvino D., Novoa-Munoz J.C., Diaz-Ravina M., Arias-Estevez M. (2009): Copper accumulation and fractionation in vineyard soils from temperate humid zone (NW Iberian Peninsula). *Geoderma*. 153: 119–129.
10. Fernandez-Calvino D., Soler-Rovira P., Polo A., Diaz-Ravina M., Arias-Estevez M., Plaza C. (2010a): Enzyme activities in vineyard soils long-term treated with copper-based fungicides. *Soil Biology and Biochemistry*. 42: 2119–2127.
11. Fernandez-Calvino D., Martin A., Arias-Estevez M., Baath E., Diaz-Ravina M. (2010b): Microbial community structure of vineyard soils with different pH and copper content. *Applied Soil Ecology*. 46(2): 276–282.
12. Flis S.E., Glenn A.R., Dilworth M.J. (1993): Interaction between aluminium and root nodule bacteria. *Soil Biology and Biochemistry*. 25: 403–417.
13. Giller K.E., Witter E., Mc Grath S.P. (2009): Heavy metals and soil microbes. *Soil Biology and Biochemistry*. 4: 2031–2037.

14. Hattori T. (Ed.): *Microbial Life in Soil*. Marcel Dekker, New York USA. 1973.
15. Haynes R.J. (2005): Labile organic matter fractions as central components of the quality of agricultural soils: an overview. *Advances in Agronomy*. 85: 221-268.
16. Hueso S., Hernandez T., Garcia C. (2011): Resistance and resilience of the soil microbial biomass to severe drought in semiarid soils: The importance of organic amendments. *Applied Soil Ecology*. 50: 27-36
17. Jarak M., Milošević N., Milić V., Mrkovački N., Đurić S., Marinković J. (2005): Mikrobiološka aktivnost – pokazatelj plodnosti i degradacije zemljišta. *Ekonomika poljoprivrede*. 4/2005: 483-493.
18. Jarak M., Đurić S.: *Praktikum iz mikrobiologije*. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad. 2006.
19. Jarak M., Čolo J.: *Mikrobiologija zemljišta*. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad. 2007.
20. Kemmitt S.J., Wright D., Goulding K.W.T., Jones D.L. (2006): pH regulation of carbon and nitrogen dynamics in two agricultural soils. *Soil Biology and Biochemistry*. 38: 898-911.
21. Killham K. (Ed.): *Soil Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge. 1994.
22. Krasiljnikov N.A. (Ed.): *Biology of some actinomycetes groups*. Science. Moskva. 1965.
23. Lauber C.L., Hamady M., Knight R., Fierer N. (2009): Pyrosequencing-based assessment of soil pH as a predictor of soil bacterial community structure at the continental scale. *Applied Environmental Microbiology*. 75: 5111-5120.
24. Marinković J., Milošević N., Tintor B., Vasin J. (2007): Zastupljenost pojedinih grupa mikroorganizama na različitim tipovima zemljišta. *Zbornik radova Institut za ratarstvo i povrtarstvo*. 43: 319-327.
25. Marinković J., Milošević N., Tintor B., Sekulić P., Nešić Lj. (2008): Mikrobiološka svojstva fluvisola na različitim lokalitetima u okolini Novog Sada. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*. 45: 215-223.
26. Miguens T., Leiros M.C., Gil-Sotres F., Trasar-Cepeda C. (2007): Biochemical properties of vineyard soils in Galicia, Spain. *Science of the Total Environment*. 378: 218-222.
27. Milošević N., Jarak M. (2005): Značaj azotofiksacije u snabdevanju biljaka azotom. u Kastori R. (ured.) *Azot: agrohemijski, agrotehnički, fiziološki i ekološki aspekti* Naučni Institut za ratarstvo i povrtarstvo. Verzal, Novi Sad. 2005.

28. Nanniperi P., Ascher J., Ceccherini M.T., Landi L., Pietramellara G., Renella G. (2003): Microbial diversity and soil functions. *European Journal of Soil Science*. 54: 655-670.
29. Ninkov J., Sekulić P., Paprić Đ., Zeremski-Škorić T., Pucarević M. (2008): Zagađenje zemljišta vinograda bakrom kao posledica primene fungicida na bazi bakra. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*. 45 (2): 233-239.
30. Ninkov J., Vasin J., Milić S., Sekulić P., Zeremski, T., Marinković J.: Očuvanje i unapređenje zemljišta pod vinogradima Republike Srbije. *Institut za ratarstvo i povrtarstvo, MP štampa, Novi Sad*. 2012.
31. Ninkov J., Vasin J., Milić S., Marinković J., Sekulić P., Hansman Š., Živanov M.: Karakterizacija zemljišta vinograda za oznaku geografskog porekla vina - pilot projekat Šumadijski vinogradarski rejon. *Institut za ratarstvo i povrtarstvo, DES, Novi Sad*. 2014.
32. Probst B., Schüler C., Joergensen R.G.J. (2008): Vineyard soils under organic and conventional management – microbial biomass and activity indices and their relation to soil chemical properties. *Biology and Fertility of Soils*. 44: 443-450.
33. Rawnsley B. (2008): Implications of strategic irrigation management practices for vine root health. Final report to the Grape and Wine Research and Development Corporation, Project SAR 03/04 (SARDI: Adelaide, SA, Australia). 36-48.
34. Riches D., Porter I.J., Oliver D.P., Bramley R.G.V., Rawnsley B., Edwards J., White R.E. (2013): Biological indicators for soil quality. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 19: 311-323.
35. Ros M., Hernandez T., Garcia C. (2003): Soil microbial activity after restoration of a semiarid soil by organic amendments. *Soil Biology and Biochemistry*. 35: 463-469.
36. Ros M., Garcia C., Hernandez T. (2006): A full-scale study of treatment of pig slurry by composting: kinetic changes in chemical and microbial properties. *Waste Management*. 26: 1108-1118.
37. Rousk J., Baath E., Brookes P.C., Lauber C.L., Lozupone C., Caporaso J.G., Knight R., Fierer N. (2010): Soil bacterial and fungal communities across a pH gradient in an arable soil. *ISME Journal*. 4: 1340-135.
38. Schloss P.D., Handelsman J. (2006): Toward a census of bacteria in soil. *PLoS Computational Biology*. 2: 786-793.
39. Sowerby B., Emmetta C., Beierb A., Tietemac J., Penuelas M., Estiarted M., Van Meeterenc J.M., Hughesa S., Freemane C. (2005): Microbial community changes in heathland soil communities along a geographical gradient: interaction with climate change manipulations. *Soil Biology and Biochem-*

istry. 37: 1805–1813.

40. SRPS/EN ISO 23753-1:2013 - deo 1: Određivanje dehidrogenazne aktivnosti u zemljištu. Metoda pomoću trifeniltetrazolium hlorida (TTC). Identičan sa EN ISO 23753-1: 2011.

41. Tintor B., Milošević N., Sekulić P., Marinković J., Cvijanović G. (2007): Mikrobiološka svojstva černoze na lokalitetima u okolini Novog Sada. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo. 43: 311-318.

42. Tintor B., Milošević N., Marinković J., Pucarević M. (2008): Mikrobiološka svojstva poljoprivrednih zemljišta pored frekventnih saobraćajnica i industrijskih zona. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo. 45: 225-232.

43. Vasin J., Ninkov J., Milić S., Zeremski T., Marinković J., Sekulić P., Hansman Š., Živanov M.: Unapređenje kvaliteta zemljišta pod voćnjacima i rasadnicima (voća i vinove loze) u Republici Srbiji. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, DES, Novi Sad. 2014.

44. Viti C., Quaranta D., De Philippis R., Corti G., Agnelli A., Cuniglio R., Giovannetti L. (2008): Characterizing cultivable soil microbial communities from copper fungicide-amended olive orchard and vineyard soils. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 24: 309–318.

45. Wang Q.Y., Zhou D.M., Cang L. (2009): Microbial and enzyme properties of apple orchard soil as affected by long-term application of copper fungicide. *Soil Biology and Biochemistry*. 41: 1504–1509.

46. Wightwick A.M., Salzman S.A., Reichman S.M., Allinson G., Menzies N.W. (2010): Inter-regional variability in environmental availability of fungicide derived copper in vineyard soils: an Australian case study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58: 449–457.

47. Wightwick A.M., Salzman S.A., Reichman S.M., Allinson G., Menzies N.W. (2013): Effects of copper fungicide residues on the microbial function of vineyard soils. *Environmental Science and Pollution Research*. 20: 1574–1585.

РБ	Виногорје	Параћинско		Јагодинско		Јовачко		Левачко		Темничко		Трстеничко		Крушевачко		Жупско		Ражањско		Укупно за рејон	
	Тип земљишта	ха	%	ха	%	ха	%	ха	%	ха	%	ха	%	ха	%	ха	%	ха	%	ха	%
1	Смоница / VERTISOL (VR)	14,807	44	3,675	19			13,690	63	7,128	50	14,232	73	10,036	24	188	1	10,157	52	73,914	38.238
2	Еутрични камбисол / Eutric CAMBISOL (eu CM)	16,334	48	12,943	66	2,790	81	2,181	10	5,492	38	325	2	8,907	21	1,951	10	7,302	37	58,223	30.121
3	Флувисол / FLUVISOL (FL)	1,938	6	676	3	279	8	2,866	13	764	5	904	5	3,375	8	1,873	10	976	5	13,652	7.062
4	Подзол / PODZOL (PZ)							66		80	1	2,639	13	8,417	20	1,512	8			12,715	6.578
5	Дистрични камбисол / Dystric CAMBISOL (dy CM)	389	1							212	1	23		7,026	17	485	3	924	5	9,059	4.687
6	Регосол / REGOSOL (RG)	339	1	2,028	10	383	11	2,092	10	681	5	249	1					92		5,864	3.034
7	Еутрични камбисол / ригосол Eutric CAMBISOL (eu CM) - Regic ANTHROSOL (rg AT)													1,382	3	3,243	17			4,625	2.393
8	Еутрични камбисол / ригосол / литосол Eutric CAMBISOL (eu CM) - REGOSOL (RG) - Lithic LEPTOSOL (li LP)											1,254	6			2,455	13			3,709	1.919
9	Вертисол (смоница) / ригосол VERTISOL (VR) - Regic ANTHROSOL (rg AT)													542	1	3,088	16			3,629	1.878
10	Ригосол (подтип витисол) / вертисол Regic ANTHROSOL (rg AT) - VERTISOL (VR)															3,172	17			3,172	1.641
11	Колувијум Colluvic REGOSOL (co RG)	212	1	136	1			998	5	40				1,388	3	196	1	95		3,066	1.586
12	Еутрични камбисол / лувисол / ригосол Eutric CAMBISOL (eu CM) - LUVISOL (LV) - Regic ANTHROSOL (rg AT)													535	1	315	2			851	0.440
13	Еутрични камбисол / литосол Eutric CAMBISOL (eu CM) - Lithic LEPTOSOL (li LP)															228	1			228	0.118
14	Еутрични камбисол / регосол Eutric CAMBISOL (eu CM) - REGOSOL (RG)													194	0					194	0.100
15	Псеудоглеј / PLANOSOL (PL)													178	0					178	0.092
16	Еутрични камбисол / ранкер / литосол Eutric CAMBISOL (eu CM) - LEPTOSOL (LP)													3		116	1			119	0.061
17	Рендзина / Leptic CALCISOL (le CL)															37				37	0.019
18	Еуглеј / GLEYSOL (GL)			34																34	0.017
19	Калкомеланосол / Mollic LEPTOSOL (mo LP)															22				22	0.011
20	Литосол / Lithic LEPTOSOL (li LP)	8																		8	0.004
21	Хумофлувисол / Gleyic VERTISOL (gl VR)													1						1	0.000
	Укупно ха	34,027		19,492		3,452		21,893		14,397		19,627		41,983		18,881		19,547		193,298	

Легенда

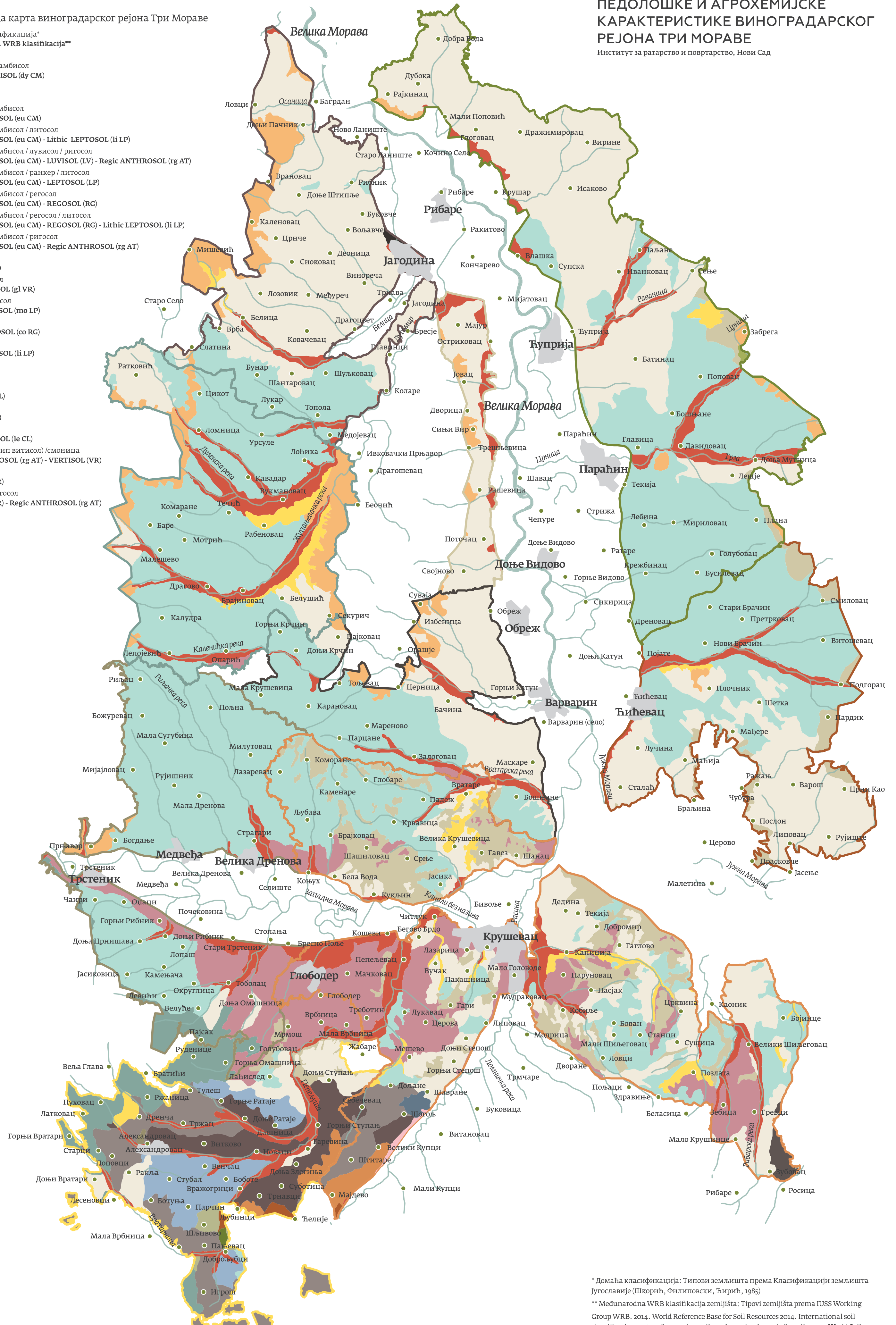
Педолошка карта виноградарског рејона Три Мораве

Домаћа класификација*
Međunarodna WRB klasifikacija**

- Дистрични камбисол
Dystric CAMBISOL (dy CM)
- Еутлеј
GLEYSOL (GL)
- Еутрични камбисол
Eutric CAMBISOL (eu CM)
- Еутрични камбисол / литосол
Eutric CAMBISOL (eu CM) - Lithic LEPTOSOL (li LP)
- Еутрични камбисол / лувисол / ригосол
Eutric CAMBISOL (eu CM) - LUVISOL (LV) - Regic ANTHROSOL (rg AT)
- Еутрични камбисол / ранкер / литосол
Eutric CAMBISOL (eu CM) - LEPTOSOL (LP)
- Еутрични камбисол / регосол
Eutric CAMBISOL (eu CM) - REGOSOL (RG)
- Еутрични камбисол / регосол / литосол
Eutric CAMBISOL (eu CM) - REGOSOL (RG) - Lithic LEPTOSOL (li LP)
- Еутрични камбисол / ригосол
Eutric CAMBISOL (eu CM) - Regic ANTHROSOL (rg AT)
- Флувисол
FLUVISOL (FL)
- Хумофлувисол
Gleyic VERTISOL (gl VR)
- Калкомеланосол
Mollic LEPTOSOL (mo LP)
- Колувијум
Colluvic REGOSOL (co RG)
- Литосол
Lithic LEPTOSOL (li LP)
- Подзол
PODZOL (PZ)
- Псеудоглеј
PLANOSOL (PL)
- Регосол
REGOSOL (RG)
- Рендзина
Leptic CALCISOL (le CL)
- Ригосол (подтип витисол) / смоница
Regic ANTHROSOL (rg AT) - VERTISOL (VR)
- Смоница
VERTISOL (VR)
- Смоница / ригосол
VERTISOL (VR) - Regic ANTHROSOL (rg AT)

Виногорја

- Јагодинско
- Јовачко
- Крушевачко
- Левачко
- Параћинско
- Ражањско
- Темничко
- Трстеничко
- Жупско



Нинков Јордана, уредница
**ПЕДОЛОШКЕ И АГРОХЕМИЈСКЕ
КАРАКТЕРИСТИКЕ ВИНОГРАДАРСКОГ
РЕЈОНА ТРИ МОРАВЕ**

Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад

* Домаћа класификација: Типови земљишта према Класификацији земљишта Југославије (Шкорић, Филиповски, Ђирић, 1985)
** Međunarodna WRB klasifikacija zemljišta: Tipovi zemljišta prema 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.