


Нинков Јордана, уредница

КАРАКТЕРИСТИКЕ ЗЕМЉИШТА НИШКОГ ВИНОГРАДАРСКОГ РЕЈОНА





Нинков Јордана, уредница

КАРАКТЕРИСТИКЕ ЗЕМЉИШТА НИШКОГ ВИНОГРАДАРСКОГ РЕЈОНА

Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад
2017.

Уредница:
Др Јордана Нинков

Лекторисање текста:
Дипл. инж. Душан Дозет

Рецензенти:
Проф. др Рудолф Кастори, академик
Мађарска академија наука, Војвођанска академија наука и уметности
Доц. др Срђан Шеремешкић
Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду
Доц. др Драгослав Иванишевић
Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду

Дизајн и техничко уређење:
Kitchen&GoodWolf

Обрада резултата у ГИС-у:
Штефан Хансман

Фотографије:
Народни музеј Ниш

Издавач:
Институт за ратарство и повртарство

Штампа:
Стојков штампарија доо, Нови Сад

CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

634.8.047:631.5(497.11)

**КАРАКТЕРИСТИКЕ земљишта Нишког
виноградског рејона** / аутори Јордана Нинков ... [и др.].
- Нови Сад : Институт за ратарство и повртарство, 2017 (Нови
Сад : Стојков). - 238 стр. : илустр. ; 22 cm

Тираж 200. - Библиографија уз свако поглавље.

ISBN 978-86-80417-75-2

1. Нинков, Јордана, 1972- [аутор]

а) Виногради - Земљиште - Квалитет - Србија

COBISS.SR-ID 313228551

Аутори

Др Јордана Нинков

Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад

Мастер инж. Дарко Јакшић

*Министарство пољопривреде и заштите
животне средине, Београд*

Др Јовица Васин

Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад

Др Вељко Перовић

*Институт за биолошка истраживања „Синиша
Станковић“, одељење Екологија, Универзитет у
Београду*

Др Снежана Јакшић

Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад

Мастер инж. Душана Бањац

Институт за ратарство и повртарство

Мастер инж. Милорад Живанов

Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад

Др Јелена Маринковић

Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад

Др Драгана Бјелић

Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад

Др Станко Милић

Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад

др Немања Томић

*Природно-математички факултет, Универзитет
у Новом Саду*

**Проф. др Слободан Б. Марковић,
дописни члан САНУ**

*Природно-математички факултет, Универзитет
у Новом Саду*

Др Сања Васиљевић

Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад

Мастер инж. Бранко Милошевић

Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад



Детаљи винове лозе и грожђа, IV-V век, Ниш; Народни музеј у Нишу

ПРЕДГОВОР

Ова монографија се бави карактеристикама земљишта под виноградима у Нишком виноградарском рејону. Материјал је сачињен на основу резултата опсежних теренских и лабораторијских истраживања, која су обухватила десет репрезентативних локација.

Истраживања су реализована у оквиру пројекта под називом: „Контрола плодности и садржај опасних и штетних материја у земљишту под виноградима Нишког рејона“. Главни финансијер Пројекта је Министарство пољопривреде и заштите животне средине, Управа за пољопривредно земљиште. Реализатор и суфинансијер Пројекта је Институт за ратарство и повртарство Нови Сад, Лабораторија за земљиште и агроекологију.

Резултати истраживања су приказани као реални гео-подаци коришћењем алата географског информационог система (ГИС) са изнетим закључцима и смерницама. Дата је глобална процена плодности и квалитета земљишта Нишког виноградарског рејона кроз опште карактеристике овог рејона, детаљне процене виноградарских парцела у оквиру шест појединачних виногорја, физичке и водно - физичке карактеристике земљишта, агрохемијске карактеристике, утврђивање одсуства опасних и штетних материја и микробиолошке карактеристике земљишта. Посебан допринос монографији чине поглавља о карактеристикама *terroir*-а Нишког виноградарског рејона, укључујући историјат виноградарства и винарства овог подручја, као и подаци о ерозији као прва истраживања у овом рејону. Такође, уводни део чини грађа о значају познавања земљишних карактеристика у виноградарству. У прилогу монографије дата је детаљна педолошка карта Нишког виноградарског рејона, према појединачним виногорјима, са класификацијом земљишта, која је усаглашена по домаћој и међународној (WRB) класификацији.

Монографија је намењена произвођачима грожђа и вина, као и стручњацима из области виноградарства и винарства, са циљем да укаже на значај познавања земљишних карактеристика у сложеном процесу гајења винове лозе за прозводњу квалитетних вина. Монографија представља и наставак серије истраживања на ову тему, која су спроведена у виноградарском рејону Шумадије, Три Мораве и Млаве.

Напоследку, истицање значаја земљишта у систему гајења винове лозе, 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 рејону.

Велику захвалност за публикување ове монографије дугујемо у Управи за пољопривредно земљиште, Министарства пољопривреде и заштите животне средине, директорици Драгани Гођевац Обрадовић и руководиоцу Групе за заштиту и уређење пољопривредног земљишта Светлани Станков. Посебно се захваљујемо свим запосленима Управе за пољопривредно земљиште на протоколисању и праћењу читавог процеса пројекта од конкурса до извештавања, као и на препознавању значаја овог истраживања, а посебно мр Зорану Кнежевићу и дипл. инж. Владици Банићу.

Захваљујемо се свим произвођачима учесницима у Пројекту, на подршци и помоћи коју су нам пружили при реализацији теренских радова: др Марку Малићанину, директору развоја фирме Рубин ад из Крушевца, Драгану Трифуновићу из Шурића, Радици Рашић из Белог брега, Виолети Филиповић из Белог потока, винарији Изба Јовановић из Веле поља, представнику винарије Статус из Сврљига Милану Алексићу, Нинославу Стојановићу из Брзог Брода, Ивану Ј. Петковићу из Малче, представницима винарије Подрум Кратина из Сићева и Властимиру Стојиљковићу из Горњег Барбеша.

Захвалност дугујемо и члановима пројектног тима Института за ратарство и повртарство, пре свега теренској екипи: Драгану Пантовићу, Владимиру Стојкову, Војину Ђупини и Штефану Хансману, на организацији и логистици током 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. Захваљујемо се колегиници мастер инж. Ивани Станивуковић на великој помоћи око уређивања почетног текста ове публикације.

Такође, у име пројектног тима захваљујемо се спољним сарадницима:

Ани Вуковић, Мирјам Вујадиновић Мандић, Ивану Брадићу, као и организацијама: „Центру за виноградарство и винарство“ Ниш и Удружењу произвођача вина са ознаком географског порекла „Ниш“ на подршци, помоћи и подацима које су нам уступили приликом реализације Пројекта.

Посебно се захваљујемо Народном музеју у Нишу и кустосу музеја г. дину Небојши Озимићу на указаној прилици за фотографисање предмета и експоната који имају везе са богатом историјом виноградарства и винарства овог рејона. Захваљујући њиховој љубазности, ова монографија је оплемењена у великој мери у визуелном и садржајном смислу.

Јордана Нинков, уредница

Садржај:

1 Утицај земљишта на квалитет и карактеристике вина 13

*Јордана Нинков, Дарко Јакшић, Немања Томић, Слободан Марковић,
Сања Васиљевић, Бранко Милошевић*

Концепт тетроара...13 | Систем географског порекла за вина...19 | Квалитет земљишта за гајење винове лозе...25 | Легуминозе у винограду (предусев пре заснивања и зеленишно ђубрење)...28 | Закључак...35 | Литература...36 |

2 Неке битне карактеристике *terroir-a* Нишког виноградарског рејона 43

Дарко Јакшић, Вељко Перовић

Опште карактеристике и географски положај рејона...43 | Заступљеност произвођача грозђа и површине под виноградима...44 | Површине виноградарских парцела...47 | Виногорја Нишког рејона...49 | Историја гајења винове лозе и производње вина у Нишком рејону...51 | Климатске карактеристике Нишког рејона...59 | Топографске карактеристике Нишког рејона...75 | Сортимент...81 | Узгојни облици...84 | Производња вина у Нишком рејону...85 | Закључак...87 | Литература...90 |

3 Класификација земљишта Нишког виноградарског рејона и водно-физичка својства земљишта 93

Јовица Васин, Милорад Живанов

Најважнији типови земљишта према педолошкој карти...93 | Класификација испитиваних земљишта на основу пројектних активности...104 | Физичка својства земљишта...113 | Закључак...125 | Литература...126 |

4 Основна хемијска својства земљишта 129

Снежана Јакшић, Душана Бањац, Станко Милић

Примењене методе истраживања...130 | Реакција земљишта и садржај слободног калцијум-карбоната...131 | Садржај органске материје...134 | Садржај макроелемената...136 | Приступачан садржај микроелемената...143 | Закључак...147 | Литература...148 |

5	Садржај опасних и штетних материја (тешких метала)	151
	<i>Душана Бањац и Јордана Нинков</i>	
	Примењене методе истраживања...152 Садржај штетних материја...154 Садржај опасних материја...161 Закључак...168 Литература...170	
6	Микробиолошка својства земљишта	175
	<i>Јелена Маринковић и Драгана Бјелић</i>	
	Примењене методе истраживања...178 Бројност и ензимска активност микроорганизама у зависности од дубине земљишта...180 Бројност и ензимска активност микроорганизама у зависности од рН реакције земљишта...184 Бројност и ензимска активност микроорганизама у зависности од садржаја хумуса у земљишту...187 Бројност и ензимска активност микроорганизама у зависности од нивоа обезбеђености лакоприступачним фосфором...189 Бројност и ензимска активност микроорганизама у зависности од садржаја укупног и лакоприступачног бакра у земљишту...192 Закључак...198 Литература...200	
7	Степен ерозионе угрожености земљишта Нишког виноградског рејона	205
	<i>Вељко Перовић и Дарко Јакшић</i>	
	Ерозиони модели...207 Резултати...217 Средњи годишњи губитак земљишта Нишког виноградског рејона...223 Закључак...229 Литература...230	
	Из рецензије	235
	Апстракт	237
	Прилог: Педолошка карта са границама Нишког рејона и виногорја	

МИКРОБИОЛОШКА СВОЈСТВА ЗЕМЉИШТА

Земљиште са својом флором и фауном представља један од најразноврснијих и најважнијих екосистема на планети. Највећи део биолошког диверзитета агроекосистема налази се у земљишту, а функције које обављају живи организми имају значајне директне и индиректне ефекте на раст и квалитет усева, циклус хранљивих материја, као и одрживост и продуктивност земљишта (Filip and Kubat, 2004). Земљишни организми такође значајно доприносе отпорности одређеног агроекосистема на различите абиотичке факторе (Lavelle and Spain, 2001). Земљиште је извор хранљивих материја и воде за биљну производњу, служи биљкама као ослонац за учвршћивање кореновог система, осигурава разноврсно станиште за бројне организме, те има кључну улогу у продукцији биомасе и очувању биодиверзитета (Kennedy and Smith, 1995). Као органско-минерални материјал који се налази непосредно на површини земље, земљиште је под сталним утицајем абиотичких и биотичких фактора као што су клима, живи организми и рељеф.

Заједно са биљкама и животињама, микроорганизми чине живи део земљишта и активно учествују у формирању његових својстава. Микроорганизми представљају биолошку компоненту земљишта која у великој мери одређује плодност земљишта, али и продуктивност одређеног система биљне производње (van der Heijden et al., 2008). Микроорганизми представљају најосетљивије и најбрже индикаторе промена и поремећаја насталих услед неадекватног коришћења

земљишта и активно учествују у процесима настајања и одржавању плодности земљишта. Квантитативни опис структуре и диверзитета микробних заједница изазива велико интересовање као потенцијални показатељ за процену квалитета земљишта.

Земљиште је природно станиште за мноштво микроорганизама чија бројност, разноврсност и активност варирају у зависности од физичко – хемијских својстава земљишта, климатских услова, примењених агротехничких мера, концентрације тешких метала, биљне врсте, као и међусобног односа микробних популација (Wardle et al., 2004). Бактерије доминирају, како по броју тако и по различитим активностима које врше, док гљиве чине највећи део укупне биомасе микроорганизама у земљишту. У земљишту су најзаступљеније аеробне бактерије (70%), затим следе анаеробне бактерије (13%), актиномицете (13%), гљиве (3%) и преостале групе микроорганизама – алге, протозое, вируси (0,2-0,8%). У граму земљишта налази се 10^8 - 10^9 бактерија, 10^7 - 10^8 актиномицета, 10^5 - 10^6 гљива и 10^4 - 10^5 гљива (Torsvik and Ovgaard, 2002). Бројност микроорганизама већа је у површинском слоју земљишта, као и у ризосфери биљака у односу на околно земљиште (Bjelić i sar., 2010).

Захваљујући земљишним микроорганизмима одвијају се многобројни процеси неопходни за неометано функционисање овог екосистема, као што су кружење хранљивих елемената и разлагање органске материје (Gougoulias et al., 2015). Земљишни микроорганизми својим присуством и ензиматским системима учествују са 60-90% у целокупној метаболичкој активности земљишта (Nannipieri et al., 2003). Познавањем метаболизма микроорганизама, могу се усмерити микробиолошки процеси тако што ће се применом корисних микроорганизама одржати и побољшати биолошка активност, односно биогеност земљишта.

Основни биогени елементи у земљишту се налазе претежно везани у органским и неорганским једињењима и у том облику нису директно доступни биљкама (Coleman, 2011; Mrkovački i sar., 2012). Земљишни микроорганизми врше минерализацију органских једињења до неорганских, као и мобилизацију тешко растворљивих неорганских једињења (Schimel and Bennett, 2004; Schmidt et al., 2011). Превођењем

хранљивих елемената у облике које биљке могу да усвајају и користе, микроорганизми обезбеђују биљке неопходним асимилативима и на тај начин утичу на раст, принос и здравље биљака (Falkowski et al., 2008). Осим улоге у минерализацији и кружењу хранљивих елемената, земљишни микроорганизми су такође поуздани индикатори физичко-хемијских својстава, примене агротехничких мера, контаминације земљишта тешким металима, пестицидима и др. (Jarak i sar., 2005).

Начин коришћења пољопривредног земљишта спада у једну од најзначајнијих антропогених активности која у великој мери мења карактеристике земљишта, укључујући његове физичке, хемијске и биолошке особине. Управљање земљиштем утиче на микроорганизме и микробиолошке процесе путем количине и квалитета биљних остатака у земљишту, али и променом циклуса кружења хранљивих елемената изазваних неадекватном применом минералних ђубрива (Okur et al., 2016). Прекомерна употреба пестицида може драстично да модификује структуру и функционисање микробних заједница у земљишту, што за последицу има важне импликације на квалитет земљишта (Milošević, 2008). Сетва одређених усева такође испољава директан утицај на микроорганизме јер биљке путем коренских излучевина стимулишу развој одређених микробних заједница и повећавају микробну биомасу, нарочито у ризосферном слоју земљишта. Промене у структури микробних заједница могу настати као последица обраде земљишта услед исушивања, механичког уништавања, збијености, смањења величине пора и ремећења приступа хранљивим ресурсима. Органска ђубрива, као што су стајњак и отпадни муљ, промовишу активност микробиолошких заједница у земљишту (Probst et al., 2008). Међутим, неконтролисана примена органских ђубрива може представљати опасност за животну средину, јер може довести до увођења фекалних микроорганизама и нарушавања природне микрофлоре земљишта (Liang and Balsler, 2011).

Побољшање и одржавање квалитета земљишта захтева развијање и имплементацију нових технологија и стратегија одрживе пољопривредне производње. Евалуација ефеката које ове стратегије могу имати на заједнице микроорганизама у земљишту, од кључног је значаја за развој добре пољопривредне праксе, засноване не

само на продуктивности усева, него и на еколошким принципима (McGuire and Treseder, 2010). 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.

Одређивањем присуства одређених систематских и физиолошких група микроорганизама, бројности појединих родова и врста, као и активности микробиолошких ензима, могу се добити подаци о општој микробиолошкој активности, потенцијалној плодности земљишта и узроцима стања у коме се испитивано земљиште налази (Schloss and Handelsman, 2006; Tintor i sar., 2007). Смањена разноврсност, бројност и активност микроорганизама индикација је загађеног или деградираног земљишта и његове ниске плодности. Стога је, у циљу очувања и заштите агроколошких система и у системима одрживе пољопривредне производње, поред агрохемијских анализа, неопходно пратити и динамику микробиолошке активности у земљишту (Marinković i sar., 2007; 2012; Vasin i sar., 2013).

6.1 Примењене методе истраживања

Микробиолошке анализе земљишта урађене су у лабораторијама Одсека за микробиолошке препарате, Института за ратарство и повртарство у Новом Саду. Узорковање земљишта са производних парцела извршено је на две дубине, 0-30 и 30-60 cm, по методологији за контролу плодности. Микробиолошка истраживања обухватила су одређивање бројности појединих систематских и физиолошких група микроорганизама, као и одређивање активности ензима дехидрогеназе. Све микробиолошке анализе рађене су у три понављања, а број микроорганизама прерачунат је на 1 g апсолутно сувог земљишта (Јарак и Ђурић, 2006). Бројност микроорганизама одређивана је индиректном методом, засејавањем суспензије земљишта одговарајућег разређења на селективне хранљиве подлоге:

Укупан број микроорганизама одређен је методом агарних плоча на

земљишном агару, засејавањем разређене суспензије земљишта (10^{-6}). Инкубација је трајала пет дана, на температури од 28°C (Jarak i Đurić, 2006).

Бројност амонификатора одређена је методом агарних плоча на чврстој месопептонској подлози (МПА), засејавањем разређене суспензије земљишта (10^{-6}). Инкубација је трајала три дана, на температури од 28°C (Jarak i Đurić, 2006).

Бројност слободних и асоцијативних азотофиксатора одређена је методом агарних плоча на чврстој Фјодоровој подлози (Andreson, 1958), засејавањем разређене суспензије земљишта (10^{-5}). Инкубација је трајала пет дана, на температури од 28°C .

Бројност рода *Azotobacter* одређена је методом фертилних капи на Фјодоровој подлози (Anderson, 1958), засејавањем одговарајуће суспензије земљишта (10^{-1}). Инкубација је трајала 48 сати, на температури од 28°C .

Бројност актиноциета 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 .

Укупан број гљива одређен је методом агарних плоча на Czapek-Dox подлози, засејавањем са одговарајућом суспензијом земљишта (10^{-3}). Инкубација је трајала пет дана на температури од 28°C (Jarak i Đurić, 2006).

Активност ензима дехидрогеназе одређена је спектрофотометријски, мерењем екстинкције обојеног 2, 3, 5 – трифенилформаза (ТФ) који настаје редукцијом безбојног 2, 3, 5 – трифенилтетразолиум хлорида (ТТС). Након 24 h инкубације раствора земљишта (ТТС у Триспуферу) на 28°C и екстракције са метанолом суспензија се профилира и изврши читавање концентрације ТФ ($\mu\text{g g}^{-1}$ земљишта) на 485 nm (SRPS EN/ISO 23753-1: 2013).

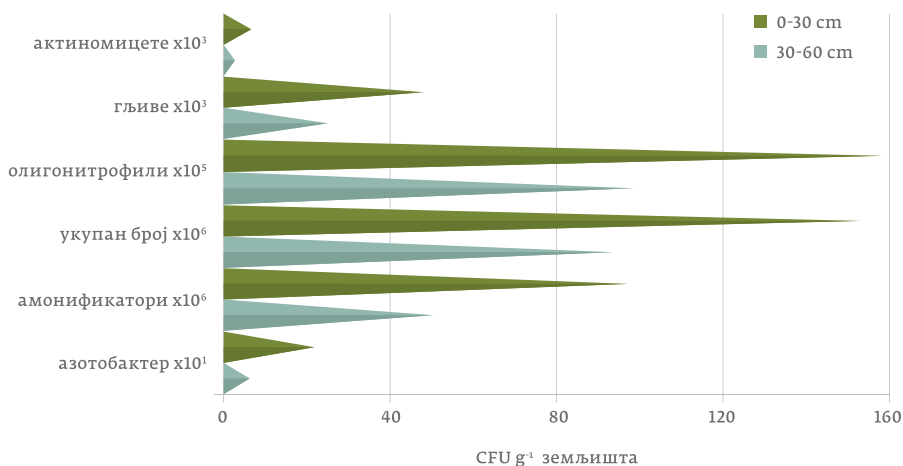
6.2 Бројност и ензимска активност микроорганизама у зависности од дубине земљишта

Микроорганизми се у земљишту налазе у одређеним уравнотеженим односима који су у директној вези са типом земљишта. На основу бројности и активности микроорганизама, као и физичко-хемијских особина, могу се сагледати промене које настају у одређеном типу земљишта. За све типове земљишта карактеристично је да се број микроорганизама смањује са дубином. Највећа бројност и активност микроорганизама концентрисана је у површинском слоју земљишта (0-40 cm), где има највише органске материје, довољно влаге и кисеоника. У површинском слоју најзаступљенији су аеробни микроорганизми чија је активност од највећег значаја за биљну производњу (Marinković i sar., 2007; 2008). Дубљи слојеви садрже мање хранљивих материја, еколошки услови су неповољнији, те се и бројност микроорганизама смањује. Од око сто милиона микроорганизама у слоју до 30 cm, на дубини од око 150 cm број опада на свега десетак ћелија у граму земљишта (Tintor i sar., 2007).

На бројност микроорганизама по дубини земљишта утичу и климатски фактори. У хумидним пределима микробиолошки профил је плићи, док су у аридним пределима микроорганизми заступљени и на већим дубинама, што првенствено зависи од садржаја органске материје и аерираности земљишта (Wardle et al., 2004). Понекад се у плитком површинском слоју (до 5 cm) јавља мали број микроорганизама због недостатка влаге, нарочито у летњем периоду.

У испитиваним земљиштима, бројност микроорганизама варира је у зависности од парцеле и дубине узорковања. Већа бројност утврђена је у површинском слоју земљишта (0-30 cm), док је мањи број свих испитиваних група микроорганизама забележен на већим дубинама (30-60 cm) (Графикон 27).

Азотобактер је типичан земљишни микроорганизам заступљен и у ризосфери многих биљака (слободна азотофиксација), а понекад живи и на самој површини корена (асоцијативна азотофиксација). Бројност азотобактера у нашем климатском поднебљу креће се од



Графикон 27: Бројност појединих група микроорганизама у зависности од дубине узорковања

неколико стотина до десетина хиљада ћелија у граму земљишта и може да фиксира 20-60 kg азота по хектару годишње (Mrkovački et al., 2010; 2012). Осим што усваја елементарни азот, азотобактер продукује и материје које поспешују раст биљака (Vjelić et al., 2015). 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. У овим истраживањима, просечна бројност врста из рода *Azotobacter* износила је 22×10^1 у површинском слоју земљишта (0-30 cm). На свим испитиваним локалитетима забележено је смањење бројности азотобактера са порастом дубине преко 30 cm (9×10^1) (Графикон 27).

Укупан број микроорганизама у одређеном екосистему може се сматрати једним од главних показатеља његове биогености. Сматра се да су квантитативне разлике у укупном броју микроорганизама показатељ потенцијалне и ефективне плодности земљишта. Укупан број микроорганизама већи је у земљиштима са доста органске материје, неутралне реакције и са добро регулисаним водно-ваздушним режимом. У испитиваним узорцима, у површинском слоју земљишта, забележена је велика бројност ове групе микроорганизама (154×10^6), док је просечна бројност на испитиваним парцелама са повећањем дубине смањена (94×10^6) (Графикон 27).

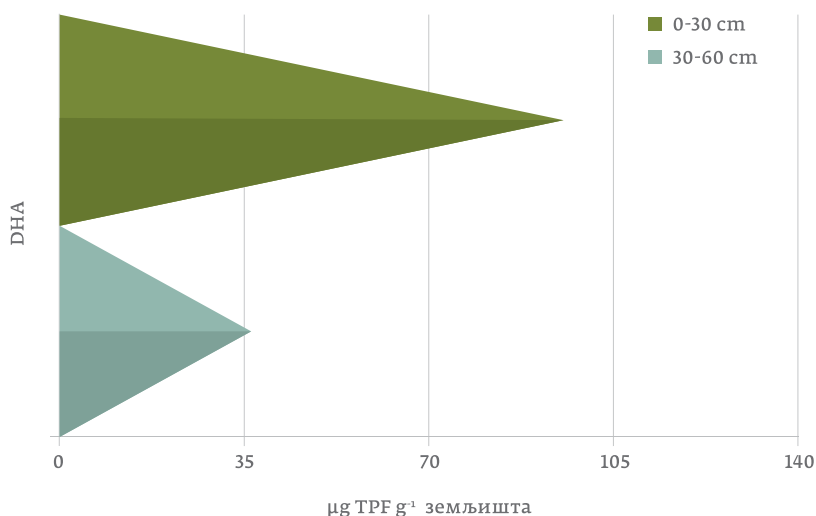
Амонификатори (аминохетеротрофи) обухватају велику групу микроорганизама која учествује у процесима разлагања и трансформације протеина, аминокиселина и нуклеинских киселина. Органска једињења азота у земљишту трансформишу се у процесу амонификације до амонијака (NH_3) или амонијум-јона (NH_4^+), стога се бројност амонификатора користи као индикатор садржаја органских једињења азота у земљишту (Jarak i Čolo, 2007). Бројни су у свим типовима земљишта, те је и у овим истраживањима утврђено значајно присуство амонификатора. У испитиваним узорцима, у површинском слоју земљишта (0-30 cm), просечна бројност ових микроорганизама за све испитиване локалитете износила је 97×10^6 , док је на дубинама преко 30 cm бројност амонификатора смањена (51×10^6) (Графикон 27).

Олигонитрофили су специфична група аеробних, хетеротрофних микроорганизама који живе у околном земљишту и ризосфери или на површини корена, као слободни или асоцијативни азотофиксатори. Ови микроорганизми усвајају елементарни азот из атмосфере и редукују га до амонијака који се користи за биосинтезу протеина биљака и микроорганизама. Заступљенији су у земљиштима неутралне и благо киселе реакције, те у једном граму земљишта могу достићи бројност од неколико стотина хиљада. Значајно присуство ове групе микроорганизама у овим истраживањима, забележено је и у површинским (158×10^5) и у дубљим слојевима испитиваних узорака земљишта (99×10^5) (Графикон 27).

Актиномицете су хетеротрофне зракасте бактерије, бројне у земљишту са великим садржајем органске материје. Значајне су јер врше процес хумификације, као и минерализације органске материје те су укључене у циклусе угљеника, азота, фосфора, сумпора, гвожђа. Имају способност да разлажу лигнин, пектин и друге материје које други микроорганизми не могу да користе, као и најотпорније компоненте хумуса. Просечна бројност актиномицета, за све испитиване локалитете, износила је 7×10^3 (у слоју 0-30 cm), а бројност се смањује на дубинама преко 30 cm (3×10^3) (Графикон 27).

Гљиве су хетеротрофни микроорганизми који су као и актиномицете активни минерализатори органске материје у земљишту. Преферирају

киселија земљишта, али им је бројност велика и у неутралним земљиштима. Имају изразито добро развијен ензиматски систем што им омогућава да користе и најсложеније органске материје, стога су значајне за процесе кружење материје у природи и стварање биљних асимилатива. На свим испитиваним локалитетима, просечна бројност гљива, у површинском слоју земљишта износила је 48×10^3 . Бројност гљива у просеку се смањивала са порастом дубине земљишта (28×10^3) (Графикон 27).



Графикон 28: Активност ензима дехидрогеназе у зависности од дубине узорковања

Дехидрогеназе су конститутивни ензими свих микроорганизама неопходни у иницирању процеса оксидације органске материје у земљишту путем преноса водоника од супстрата до примаоца. Ови ензими катализују реакцију одвајања водоника од различитих органских једињења типа угљених хидрата, органских киселина, алкохола, аминокиселина и његово преношење до кисеоника (аеробне дехидрогеназе) или до органских једињења (анаеробне дехидрогеназе). Ови процеси део су респирационог пута земљишних микроорганизама и уско су повезани са типом земљишта и водно-ваздушним режимом у земљишту, те је активност дехидрогеназе веома поуздан индикатор микробне оксидативне активности и може указати на потенцијал земљишта да подржи одвијање биохемијских

процеса који су кључни за остваривање плодности земљишта. Већа активност дехидрогеназе указује на већи интензитет дисања, односно на интензивнију минерализацију свеже органске материје (Wallenstein and Weintraub, 2008).

Биолошка активност је у значајној корелацији са бројношћу микроорганизама, те је у површинском слоју (0-30 cm) утврђена већа просечна дехидрогеназна активност ($91 \mu\text{g TPF g}^{-1}$) у поређењу са вредностима које су забележене на дубинама преко 30 cm ($36 \mu\text{g TPF g}^{-1}$) (Графикон 28).

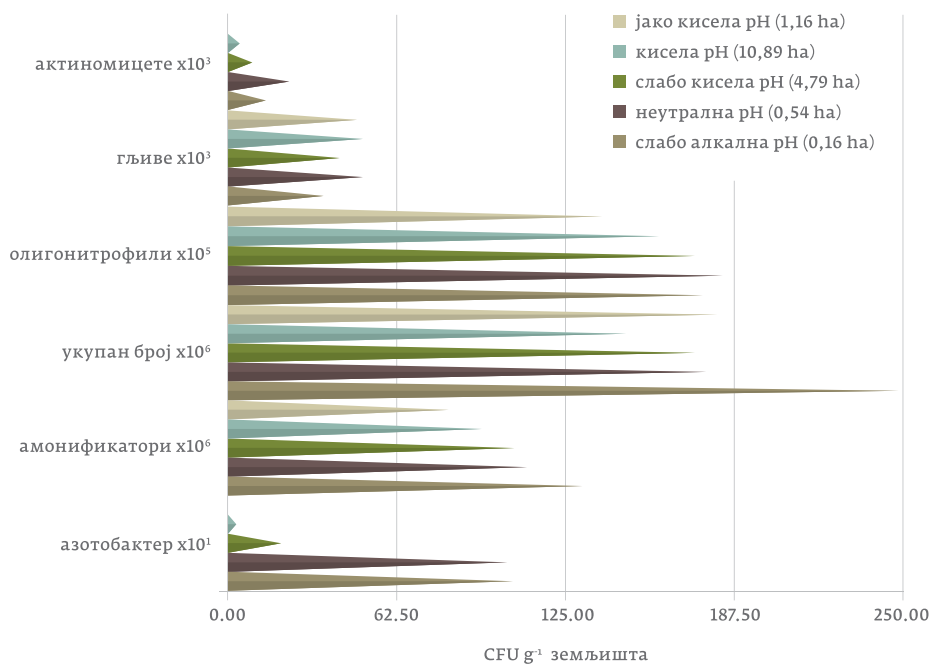
6.3 Бројност и ензимска активност микроорганизама у зависности од рН реакције земљишта

Реакција земљишног раствора (рН) је карактеристика земљишта од које у великој мери зависе физичке, хемијске и биолошке особине земљишта. Недостатак многих хранљивих елемената, смањење биомасе и активности микроорганизама, приноса усева, као и погоршање услова животне средине, повезани су са рН реакцијом земљишта (Coleman, 2011). У земљиштима киселе или алкалне реакције, минерализација органске материје је успорена или заустављена као последица редуковане микробиолошке активности повезане са бактеријама. Процеси нитрификације и азотофиксације такође су инхибирани при ниским рН вредностима. Мобилност и деградација хербицида и инсектицида, као и растворљивост тешких метала зависе од реакције земљишта (Jarak i sag., 2005).

Микроорганизми живе у широком опсегу рН, што указује на њихову толерантност и способност да се прилагођавају на промене у животној средини (Fierer et al., 2007). У земљиштима неутралне реакције најбројније су бактерије. Алкална земљишта пружају повољније услове за развој актиномицета и алкалофилних бактерија, док киселина земљишта омогућавају интензивнији развој гљива и ацидофилних бактерија (Jarak i Čolo, 2007).

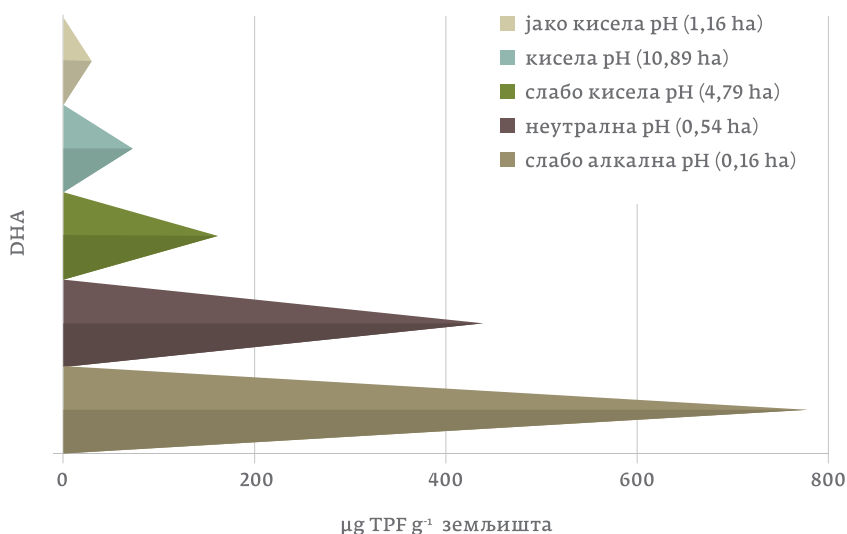
Реакција испитиваних земљишта у површинском слоју (0-30 cm) кретала се од слабо алкалне до веома киселе рН. Највећи део

испитиваних површина одликовала је кисела (10,89 ha) и слабо кисела рН реакција земљишног раствора (4,79 ha). Диверзитет и бројност микробних заједница у испитиваним земљиштима разликовали су се у зависности од рН реакције земљишта, а те разлике су највише изражене у земљиштима са рН реакцијом испод 5 (Графикон 29). Најповољнији услови за развој и активност микроорганизама карактерисали су земљишта неутралне и слабо алкалне рН реакције. Највећа бројност азотобактера и актиномицета забележена је у земљиштима слабо алкалне и неутралне реакције, док је бројност ових група микроорганизама била значајно смањена у земљиштима слабо киселе и киселе реакције. У веома киселим земљиштима није забележено присуство азотобактера и актиномицета. Реакција земљишта није значајно утицала на бројност гљива, те је присуство ове групе микроорганизама забележено у свим испитиваним узорцима. Већа бројност гљива утврђена је у земљишту неутралне и киселе



Графикон 29: Бројност појединих група микроорганизама у зависности од рН реакције у слоју земљишта 0-30 cm

реакције у поређењу са вредностима забележеним за земљишта слабо алкалне реакције. Укупан број микроорганизама значајно је већи у земљиштима слабо алкалне реакције, док је у осталим узорцима забележена приближно једнака бројност. Амонификатори и олигонитрофили били су најбројнији у земљиштима неутралне и слабо алкалне реакције, док је најмања просечна бројност ових микробних група утврђена у узорцима које карактерише веома кисела реакција земљишног раствора.



Графикон 30 Активност ензима дехидрогеназе у зависности од рН реакције у слоју земљишта 0-30 cm

Активност ензима дехидрогеназе показала се као најпоузданији индикатор промене реакције земљишног раствора у испитиваним узорцима земљишта. Разлике утврђене за овај параметар микробиолошке активности у зависности од реакције средине биле су веома значајне. Забележен је тренд опадања активности дехидрогеназе са смањењем рН реакције, те је највиша просечна активност овог ензима утврђена у земљиштима благо алкалне (779 µg TPF g⁻¹) и неутралне (439 µg TPF g⁻¹) рН реакције, а најнижа у јако киселим земљиштима (29 µg TPF g⁻¹) (Графикон 30).

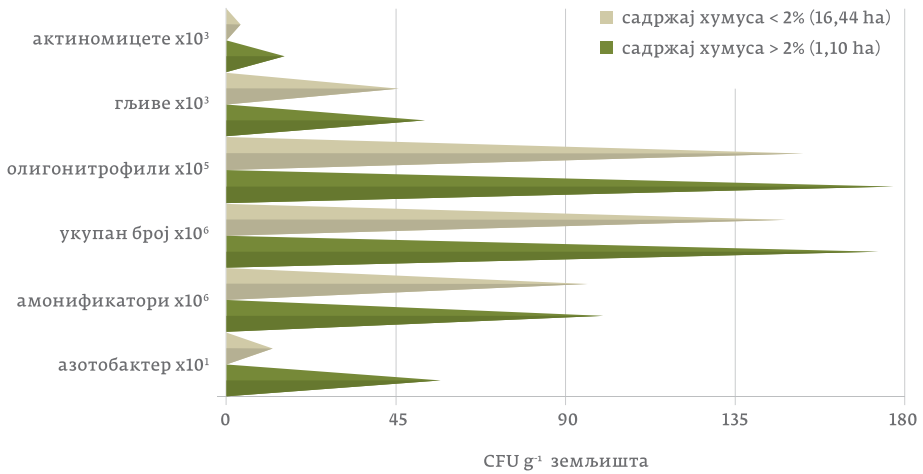
Добијени резултати у сагласности су са претходним истраживањима земљишта под виноградима и воћњацима у Републици Србији показати су да највећи утицај на бројност и ензимску активност микроорганизама има рН реакција земљишног раствора (Ninkov i sar., 2012; 2014, 2016; Vasin i sar., 2014).

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

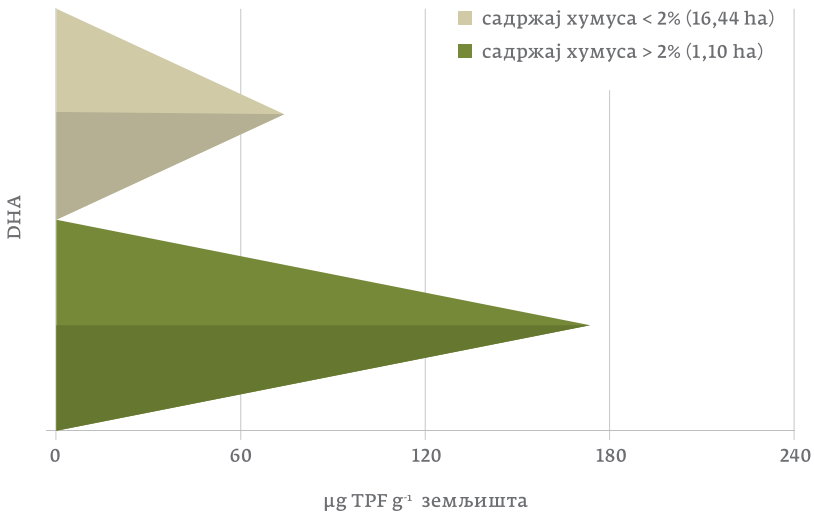
Садржај и квалитет хумуса представљају основу плодности земљишта. Хумус повољно утиче на физичка својства, првенствено на структуру земљишта, а тиме и водно-ваздушни режим и температуру земљишта. У погледу хемијских својстава, хумус садржи сва неопходна биљна хранива (Koegel-Knabner, 2002). Хумус побољшава и биолошка својства земљишта јер представља извор угљеника потребног за развој и функционисање микроорганизама (Schimel and Schaeffer, 2012). Земљишта богата хумусом садрже велике залихе биогених елемената које хумус чува од испирања, а по минерализацији ставља биљкама на располагање (Filip and Kubat, 2004). Интензивна пољопривредна производња појачава процес минерализације хумуса па је потребно уносити органску материју (органско ђубрење), затим адекватним плодоредом и регулацијом реакције земљишта одржавати оптималан садржај хумуса у земљишту (Schmidt et al., 2011).

Микроорганизми имају кључну улогу у процесима хумификације и дехумификације, те је садржај хумуса један од ограничавајућих фактора за развој микробних популација у земљишту. Резултати дугогодишње контроле плодности показали су да су наша пољопривредна земљишта махом слабо хумозна, те је за синтезу нових количина хумуса неопходно обезбедити оптималне услове којим ће се интензивирати активност микроорганизама (Vasin i sar., 2013).

Највећи део испитиваних површина карактерисао је садржај хумуса испод 2% (16,44 ha). Велики удео ових површина у односу на укупну површину указује на негативне последице примењених агротехничких мера на испитиваним локалитетима, што је потврђено резултатима микробиолошких анализа. Већа бројност свих испити-



Графикон 31: Бројност појединих група микроорганизама у зависности од садржаја хумуса у површинском слоју земљишта (0-30 cm)



Графикон 32: Активност ензима дехидрогеназе у зависности од садржаја хумуса у површинском слоју земљишта (0-30 cm)

ваних група микроорганизама забележена је у земљиштима где је садржај хумуса у површинском слоју био изнад 2% (Графикон 31). Веће разлике у односу на обезбеђеност испитиваних земљишта хумусом утврђене су за укупан број микроорганизама, бројност олигонитрофила, азотобактера и актиномицета, док су се амонификатори и гљиве показали као најмање осетљиви на смањење садржаја хумуса у испитиваним земљиштима.

Просечна дехидрогеназна активност у земљиштима са садржајем хумуса изнад 2% у површинском слоју била је $170 \mu\text{g TPF g}^{-1}$, а у земљиштима где је проценат хумуса испод 2%, забележена просечна активност дехидрогеназе је $71 \mu\text{g TPF g}^{-1}$ (Графикон 32). Нижа дехидрогеназна активност на већини парцела указује на неопходност примене адекватних агротехничких мера и уношење свеже органске материје, која ће омогућити интензивнију микробиолошку активност и стварање нових количина хумуса.

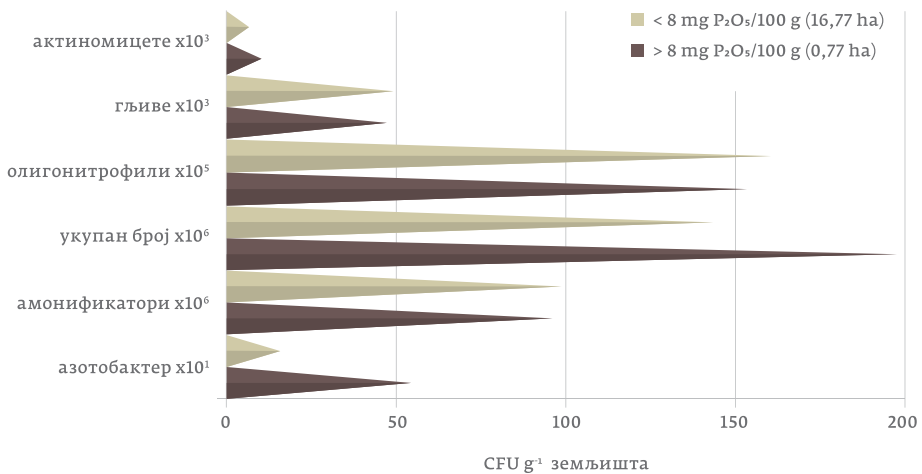
Резултати ранијих истраживања показали су да је садржај хумуса у земљишту један од ограничавајућих фактора за развој и активност микроорганизама. Бројност испитиваних група микроорганизама и активност ензима дехидрогеназе, и претходним истраживањима, била је већа у земљиштима са садржајем хумуса изнад 2% (Ninkov i sar., 2014, 2016; Vasin i sar., 2014).

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

У зависности од својстава земљишта и његове способности да интегрише примењене агротехничке мере и испоручи их биљкама у великој мери зависи планирање и успешност пољопривредне производње (Mrkovački et al., 2010; Marinković et al., 2016). Плодност земљишта се значајним делом манифестује кроз садржај лакоприступачних хранива у земљишту које биљке могу да усвајају. Наша земљишта су углавном слабије снабдевена лакоприступачним фосфором, па је за успешну биљну производњу неопходно адекватно ђубрење, јер се на тај начин осигуравају стабилни и високи приноси. Резерву

фосфора у земљишту чине фосфорни минерали, али и различита органска једињења фосфора из којих се фосфор ослобађа активношћу микроорганизама (Falkowski et al., 2008).

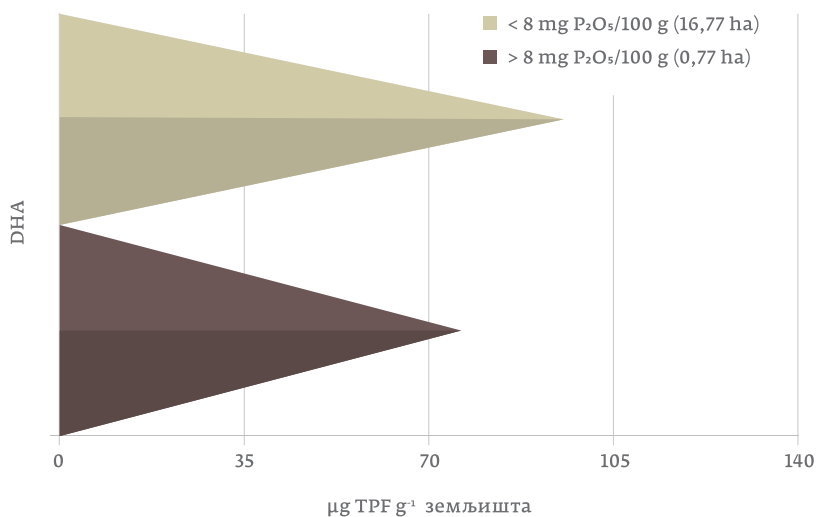
На приступачност фосфора у земљишту утиче велики број фактора, првенствено рН реакција земљишног раствора (Stamenov et al., 2012). Реакције којима се фосфор имобилише дешавају се при свим рН вредностима, али су веома наглашене у киселим (рН < 5,5) и алкалним (рН > 7,3) земљиштима, док је искоришћавање фосфата најефикасније



Графикон 33: Бројност појединих група микроорганизама у зависности од нивоа обезбеђености лакоприступачним фосфором у површинском слоју земљишта (0-30 cm)

при вредностима рН између 6 и 7. Већину анализираних површина (16,77 ha) одликовала је кисела рН реакција, те врло низак и низак ниво обезбеђености лакоприступачним фосфором (до 8 mg P₂O₅/100g земљишта).

Већи укупан број микроорганизама, као и већа бројност азотобактера и актиномицета, забележени су на површинама где је ниво обезбеђености лакоприступачним фосфором виши од 8 mg P₂O₅/100g земљишта. Истраживања су показала да бројност азотобактера веома варира у зависности од садржаја фосфора, те се бројност ове групе



Графикон 34: Активност ензима дехидрогеназе у зависности од нивоа обезбеђености лакоприступачним фосфором у површинском слоју земљишта (0-30 cm)

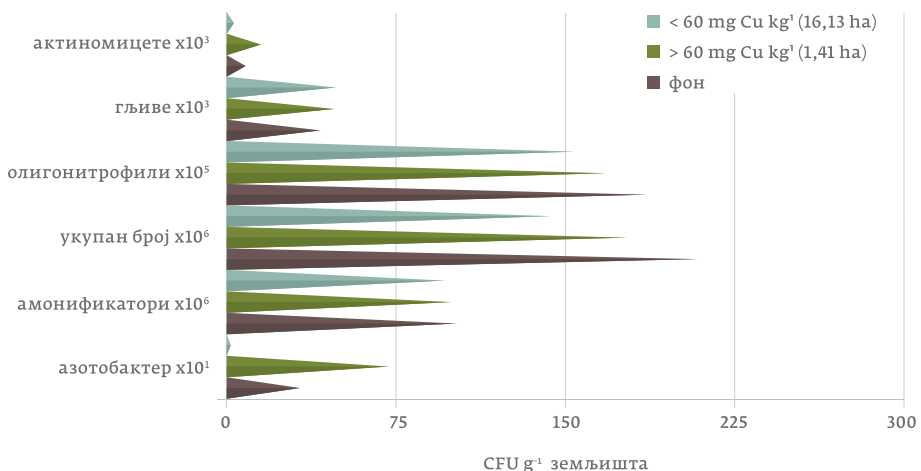
микроорганизама може користити као веома поуздан индикатор приступачности овог макроелемента у земљишту. Приближне вредности добијене су за бројност амонификатора, олигонитрофила и гљива, па се може закључити да обезбеђеност земљишта лакоприступачним фосфором није значајно утицала на бројност наведених група микроорганизама (Графикон 33).

Просечна активност ензима дехидрогеназе већа је у земљиштима где је ниво обезбеђености фосфором испод 8 mg P₂O₅/100 g земљишта (94 µg TRF g⁻¹), у поређењу са вредностима утврђеним у земљиштима где је ниво обезбеђености фосфором изнад 8 mg P₂O₅/100 g земљишта (79 µg TRF g⁻¹) (Графикон 34). С обзиром да се дехидрогеназна активност није значајно променила и да су просечни резултати добијени на основу мале површине земљишта са садржајем фосфора вишим од граничне вредности (0,77 ha), не може се са сигурношћу рећи да ли ови резултати одражавају утицај овог макроелемента на ензимску активност микроорганизама.

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

Уношењем тешких метала у земљиште у већим количинама долази до нарушавања микробиолошких процеса, смањења бројности и биохемијске активности микроорганизама. С друге стране, микроорганизми имају важну улогу у ремедијацији земљишта захваљујући њиховој способности да се брзо адаптирају, да могу да мењају начин везивања тешких метала за компоненте земљишта, као и да трансформишу друге опасне материје које доспевају у земљиште. Међутим, развој микробних заједница толерантних на тешке метале може резултирати у потискивању аутохтоне микробне популације. Бројност појединих таксономских и физиолошких група микроорганизама може да послужи као добар показатељ загађености земљишта тешким металима (Milošević, 2008).

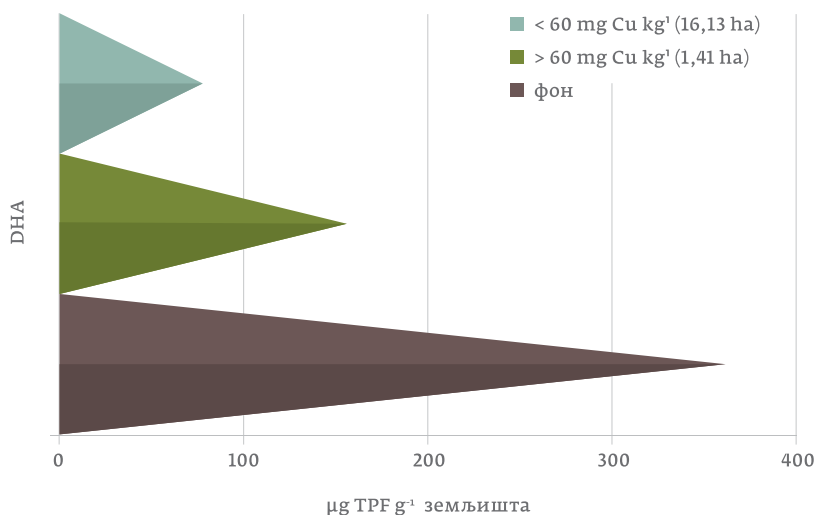
Бакар је саставни део бројних ензима укључених у оксидационе процесе, те је његова улога у промету материја биљака претежно каталитичка. Иако спада у групу важних микроелемената, чест је случај штетног деловања бабра на животну средину услед акумулације



Графикон 35: Бројност појединих група микроорганизама у зависности од укупног садржаја бабра у површинском слоју земљишта (0-30 cm)

овог метала до токсичних концентрација. Високе концентрације бакра у земљишту јављају се због интензивне и дуготрајне примене препарата на бази бакра, стога су земљишта под виноградима и воћњацима потенцијално загађена (Gómez-Armesto et al., 2015).

Због великог афинитета везивања за органску материју, бакар се у земљишту дуготрајно задржава, нарочито у површинском слоју (0-15 cm). Токсичне концентрације бакра у земљишту под виноградима могу редуковати бројност и састав микробних заједница и узроковати морфолошке, анатомске и физиолошке промене у биљкама, смањење приноса и квалитета вина. Проблем загађења земљишта под виноградима присутан је и у нашој земљи (Ninkov i sar., 2008; 2012; 2014). Према литературним наводима, све детектоване концентрације изнад 60 mg Cu/kg земљишта захтевају процену ризика и мониторинг земљишта. Токсични ефекат бакра на микробиолошке заједнице у земљишту под виноградима забележен је при концентрацијама укупног бакра између 150 и 200 mg/kg земљишта (Farnandez-Calvino et al., 2010).

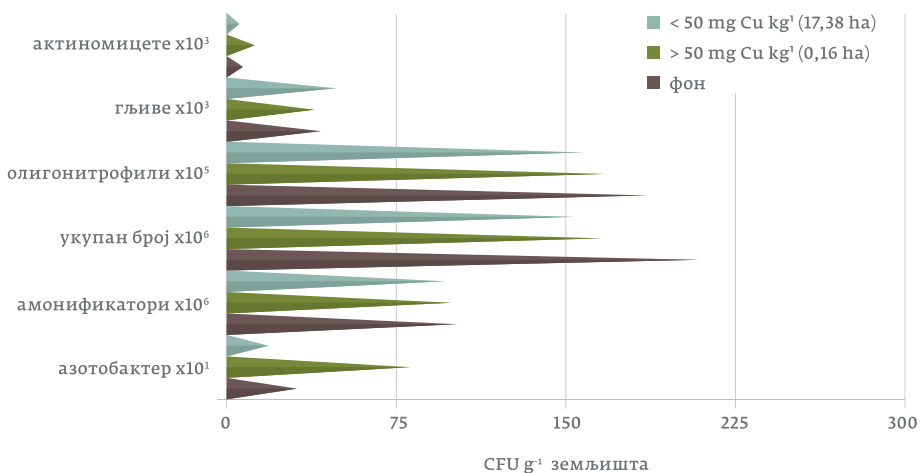


Графикон 36: Активност ензима дехидрогеназе у зависности од укупног садржаја бакра у површинском слоју земљишта (0-30 cm)

У овим истраживањима посматран је ефекат укупног и лакоприступачног бакра на микробиолошку активност земљишта. Највећи део испитиваних површина под виноградима одликовале су концентрације бакра испод критичних. Међутим, већа бројност појединих микробиолошких група, као и виша ензимска активност на земљиштима контрола, потенцијално указују на негативан ефекат бакра на испитиваним парцелама (Графикони 35, 36, 37 и 38).

У просеку, највећи укупан број микроорганизама, бројност амонификатора и олигонитрофила забележени су на земљиштима контрола, док је бројност азотобактера, актиномицета и гљива већа у земљиштима са укупним садржајем бакра изнад 60 mg/kg (Графикон 35).

Највиша просечна активност ензима дехидрогеназе забележена је на земљиштима контрола (357 $\mu\text{g TPF g}^{-1}$). Слично резултатима добијеним за бројност микроорганизама, виша просечна активност дехидрогеназе утврђена је на земљиштима са укупним садржајем бакра изнад критичне вредности (151 $\mu\text{g TPF g}^{-1}$), у односу на просечну активност забележену у земљиштима са садржајем испод 60 mg/kg (65 $\mu\text{g TPF g}^{-1}$) (Графикон 36).

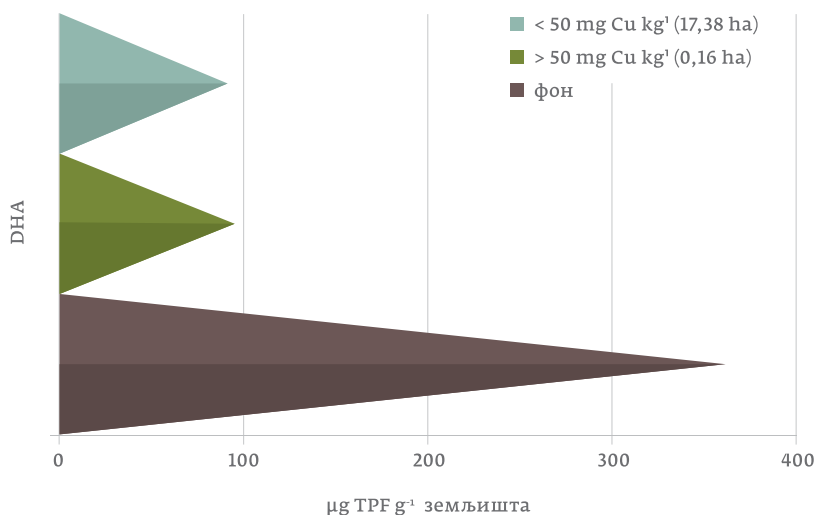


Графикон 37: Бројност појединих група микроорганизама у зависности од садржаја лакоприступачног бакра (Cu EDTA) у површинском слоју земљишта (0-30 cm)

Како је укупан садржај бакра у земљишту изнад 60 mg/kg забележен на врло малом делу испитиваних површина (1,41 ha) добијени резултати не могу са сигурношћу одредити утицај бакра на бројност испитиваних група и ензимску активност микроорганизама.

Слично утицају укупног садржаја бакра, највећи укупан број микроорганизама, бројност амонификатора и олигонитрофила, у просеку су забележени на земљиштима контрола. Просечна бројност азотобактера и актиномицета већа је у земљиштима са садржајем бакра изнад 50 mg/kg, док је највећи број гљива утврђен у земљиштима са садржајем лакоприступачног бакра испод 50 mg/kg. Највеће разлике у зависности од садржаја лакоприступачног бакра, утврђене су у укупном броју микроорганизама, бројности олигонитрофила и азотобактера (Графикон 37).

Просечна активност ензима дехидрогеназе била је највиша у земљиштима контрола (357 $\mu\text{g TPF g}^{-1}$). У земљиштима са садржајем лакоприступачног бакра изнад и испод критичне вредности забележене су приближно једнаке вредности за наведени параметар



Графикон 38: Активност ензима дехидрогеназе у зависности од садржаја лакоприступачног бакра (Cu EDTA) у површинском слоју земљишта (0-30 cm)

микробиолошке активности ($98 \mu\text{g TPF g}^{-1}$ и $90 \mu\text{g TPF g}^{-1}$) (Графикон 38). Земљишта са садржајем лакоприступачног бакра изнад 50 mg/kg чине веома мали део испитиваних површина ($0,16 \text{ ha}$), те се не може са сигурношћу рећи да ли је већа бројност појединих група микроорганизама и виша ензимска активност последица садржаја бакра изнад 50 mg/kg .

Различите агротехничке мере које доводе до повећања продуктивности винограда, услед дуготрајних промена у коришћењу земљишта, могу значајно утицати на активност микроорганизама (Wightwick et al., 2013). Примена фунгицида на бази бакра често је повезана са смањеном активношћу микроорганизама и променама у структури микробних заједница у земљиштима винограда (Lejon et al., 2008). Негативне последице узроковане применом ових препарата могу дугорочно утицати на плодност пољопривредног земљишта (Ninkov i sar., 2008; Tom-Petersen et al., 2008). Штетан утицај повећаних концентрација бакра у земљишту зависи од његове мобилности, растворљивости и биодоступности, као и физичко-хемијских карактеристика земљишта (Probst et al., 2008). Последице које одређене концентрације бакра изазивају на различитим земљиштима повезане су са истим оним факторима који утичу на доступност бакра у земљишту. Најважнији фактори који одређују ефекат бакра у земљишту су рН реакција и садржај органске материје (Dell'Amico et al., 2008; Fernandez-Calvino et al., 2010).



Сабазије – златни прстен, Крај III - IV век, Наис (Naissus); Народни музеј у Нишу

Закључак

Испитивана земљишта одликују добре микробиолошке карактеристике, како у површинским (0-30 cm), тако и дубљим слојевима (30-60 cm). Микробиолошка активност варирала је у зависности од парцеле и дубине узорковања, а највећа бројност испитиваних група микроорганизама и активност ензима дехидрогеназе, утврђени су у површинском слоју земљишта.

Најповољнији услови за развој и активност микроорганизама карактерисали су земљишта неутралне и слабо алкалне реакције, док је најмања бројност већине микроорганизама и ензиматска активност забележена у киселим земљиштима.

Укупан број микроорганизама ($\times 10^6$), присуство азотобактера ($\times 10^4$), бројност амонификатора ($\times 10^6$), олигонитрофила ($\times 10^5$), гљива ($\times 10^3$), актиномицета ($\times 10^3$), као и активност ензима дехидрогеназе, већи су у земљиштима где је садржај хумуса у површинском слоју био изнад 2%. Ниво обезбеђености лакоприступачним фосфором виши од $8 \text{ mg P}_2\text{O}_5/100 \text{ g}$ земљишта позитивно је утицао на укупан број микроорганизама, бројност азотобактера и актиномицета. Истраживања су показала да бројност азотобактера веома варира у зависности од садржаја фосфора, те се може користити као веома поуздан индикатор приступачности овог макроелемента у земљишту.

У просеку, највећи укупан број микроорганизама, бројност амонификатора и олигонитрофила, као и дехидрогеназна активност забележени су на земљиштима контрола, док је бројност азотобактера, актиномицета и гљива већа у земљиштима са укупним садржајем бакра изнад 60 mg/kg .

Слично утицају укупног садржаја бакра, највећи укупан број микроорганизама, бројност амонификатора и олигонитрофила, у просеку су забележени на земљиштима контрола. Просечна бројност азотобактера и актиномицета већа је у земљиштима са садржајем бакра изнад 50 mg/kg , док је највећи број гљива утврђен у земљиштима са садржајем лакоприступачног бакра испод 50 mg/kg .

Имајући у виду да су просечни резултати добијени на основу малог броја узорака, не може се са сигурношћу рећи да ли је већа бројност

појединих група микроорганизама последица садржаја бакра изнад критичних вредности.

Испитивана земљишта у највећем делу одликује кисела рН реакција, садржај хумуса испод 2% и лакоприступачног фосфора испод 8 mg P₂O₅/100 g земљишта што указује на неопходност примене адекватних агротехничких мера и уношење свеже органске материје, које ће омогућити интензивирање одговарајућих микробиолошких процеса кроз повећање биомасе и активности микроорганизама.

Одржавање и повећање садржаја органске материје у земљишту винограда је од великог значаја и у смањењу и превенцији евентуалног штетног утицаја фунгицида на бази бакра. Наиме, бакар се у чврстој фази земљишта највећим делом везује за органску материју, те је садржај органске материје један од најзначајнијих фактора који одређују ефекат повећане концентрације бакра на микроорганизме земљишта, а тиме и плодност земљишта.

Литература:

1. Anderson G.R. (1958): Ecology of azotobacter in soil of the palouse region I. Occurrence. *Soil Science*. 86 (2): 57-62.
2. Bjelić D., Mrkovački N., Jarak M., Jošić D., Đalović I. (2010): Efekat rizobakterija (PGPR) na početni rast kukuruza i brojnost mikroorganizama u rizosferi. *Savremena poljoprivreda*. 59: 339-345.
3. Bjelić D., Marinković J., Tintor B., Tančić S., Nastasić A., Mrkovački N. (2015): Ispitivanje PGP svojstava i antifungalne aktivnosti izolata azotobaktera. *Zbornik Matice srpske za prirodne nauke*. 129: 65-72.
4. Coleman D.C. (2011): Understanding soil processes: one of the last frontiers in biological and ecological research. *Australasian Plant Pathology*. 40: 207-214.
5. Dell'Amico E., Mazzocchi M., Cavalca L., Allievi L., Andreoni V. (2008): Assessment of bacterial community structure in a long term copper polluted ex vineyard soil. *Microbiological Research* 163: 671-683.
6. Falkowski P.G., Fenchel T., Delong E.F. (2008): The microbial engines that drive Earth's biogeochemical cycles. *Science*. 320: 1034-1039.
7. Fernandez-Calvino D., Martin A., Arias-Estevéz M., Baath E., Diaz-Ravina M. (2010): Microbial community structure of vineyard soils with different pH and copper content. *Applied Soil Ecology*. 46: 276-282.
8. Fierer N., Bradford M.A., Jackson R.B. (2007): Towards an ecological classification of soil bacteria. *Ecology*. 88: 1354-1364.
9. Filip Z., Kubat, J. (2004): Mineralisation and humification of plant matter in soil samples as a tool in the testing of soil quality. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 50: 91-97.
10. Gómez-Armesto A., Carballeira-Díaz J., Pérez-Rodríguez P., Fernández-Calviño D., Arias-Estévez M., Nóvoa-Muñoz J.C., Álvarez-Rodríguez E., Fernández-Sanjurjo M.J., Núñez-Delgado A. (2015): Copper content and distribution in vineyard soils from Betanzos (A Coruña, Spain). *Spanish Journal of Soil Science*. 5: 60-71.
11. Gougoulias C., Clark J., Shaw L. (2015): The role of soil microbes in the global carbon cycle: tracking the below-ground microbial processing of plant-derived carbon for manipulating carbon dynamics in agricultural systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 94: 2362-2371.
12. 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.
13. Jarak M., Đurić S.: *Praktikum iz mikrobiologije*. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad. 2006.

14. Jarak M., Čolo J.: Mikrobiologija zemljišta. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad. 2007.
15. Kennedy A.C., Smith K.L. (1995): Soil microbial diversity and the sustainability of agricultural soils. *Plant and Soil* 170: 75-86.
16. Koegel-Knabner I. (2002): The macromolecular organic composition of plant and microbial residues as inputs to soil organic matter. *Soil Biology and Biochemistry*. 34: 139-162.
17. Krasiljnikov N.A. (Ed.): Biology of some actinomycetes groups. Science. Moskva. 1965.
18. Lavelle P., Spain A.V. (2001): Soil Ecology. Kluwer Academic Publisher, The Netherlands.
19. Lejon D.P.H., Martins J.M.F., Lévêque J., Spadini L., Pascault N., Landry D., Chaussod R., Ranjard L. (2008): Cu dynamics and impact on microbial communities in vineyard soils. *Environmental Science and Technology*. 42: 2819-2825.
20. Liang C., Balser T.C. (2011): Microbial production of recalcitrant organic matter in global soils: implications for productivity and climate policy. *Nature Reviews Microbiology*. 9: 75.
21. 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.
22. 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.
23. Marinković J., Bjelić D., Vasin J., Tintor B., Ninkov J. (2012): The distribution of microorganisms in different types of agricultural soils in the Vojvodina province. *Research Journal of Agricultural Science*. 44: 73-78.
24. Marinković J., Šušnica I., Bjelić D., Tintor B., Vasić M. (2016): Soil microbial activity under conventional and organic production of bean and maize. *Zbornik Matice srpske za prirodne nauke*. 130: 35-43.
25. McGuire KL, Treseder KK. (2010): Microbial communities and their relevance for ecosystem models: Decomposition as a case study. *Soil Biology and Biochemistry*. 42: 529-535.
26. Milošević N. (2008): Mikroorganizmi bioindikator i zdravlja/kvaliteta zemljišta. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*. 45: 205-215.
27. Mrkovački, N., Marinković, J., Čačić N., Bjelić, D. (2010): Microbial abundance in rhizosphere of sugarbeet in dependence of fertilization and inoculation with *Azotobacter chroococcum*. *Research Journal of Agricultural Science*.

42: 260-264.

28. Mrkovački N., Đalović I., Jarak M., Bjelić D., Adamović D. (2012): Mikroorganizmi u rizosferi: uloga i značaj u održivoj poljoprivredi. Bilten za alternativne biljne vrste. 44: 40-49.

29. Nannipieri 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.

30. 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.

31. 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.

32. 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.

33. Ninkov J., Vasin J., Marinković J., Jakšić S., Milić S., Banjac D., Marković S., Jakšić D.: Pedološke i agrohemijske karakteristike vinogradarskog regiona Tri Morave. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Stojkov, Novi Sad. 2016.

34. Okur N., Kayikcioglu H.H., Ates F., Yagmur B. (2016): A comparison of soil quality and yield parameters under organic and conventional vineyard systems in Mediterranean conditions (West Turkey). Biological Agriculture and Horticulture. 32: 73-84.

35. 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.

36. Schimel J.P., Bennett J. (2004): Nitrogen mineralization: challenges of a changing paradigm. Ecology. 85: 591-602.

37. Schimel J.P., Schaeffer S.M. (2012): Microbial control over carbon cycling in soil. Frontiers in Microbiology. 3: Article 348.

38. Schloss P.D., Handelsman J. (2006): Toward a census of bacteria in soil. PLoS Computational Biology. 2: 786-793.

39. Schmidt M.W.I., Torn M.S., Abiven S., Dittmar T., Guggenberger G., Janssens I.A. (2011): Persistence of soil organic matter as an ecosystem property. Nature. 478: 49-56.

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. Stamenov D., Jarak M., Đurić S., Hajnal-Jafari T., Bjelić D. (2012): Mikrobiološke transformacije jedinjenja fosfora i sumpora u kiselim zemljištima. Zbornik Matice srpske za prirodne nauke. 123: 27-36.

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

43. Tom-Petersen A., Leser T.D., Marsh T.L., Nybroe O. (2003): Effects of copper amendment on the bacterial community in agricultural soil analyzed by T-RFLP. *FEMS Microbiology Ecology*. 46: 53-62.

44. Torsvik V., Ovreas L. (2002): Microbial diversity and function in soil: from genes to ecosystems. *Current Opinion in Microbiology*. 5: 240-245.

45. Van der Heijden M.G.A., Bardgett R.D., Van Straalen N.M. (2008): The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. *Ecology Letters*. 11: 296-310.

46. Vasin J., Milić S., Zeremski T., Ninkov J., Marinković J., Sekulić P. (2013): Potencijali Republike Srbije u pogledu kvaliteta zemljišta za organsku poljoprivrednu proizvodnju. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.

47. 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.

48. Wallenstein M.D., Weintraub M.N. (2008): Emerging tools for measuring and modeling the in situ activity of soil extracellular enzymes. *Soil Biology and Biochemistry*. 40: 2098-2106.

49. Wardle D.A., Bardgett R.D., Klironomos J.N., Setälä H., van der Putten W.H., Wall D.H. (2004): Ecological linkages between aboveground and belowground biota. *Science*. 304: 1629-1633.

50. 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.



243

Чаше за вино из античког доба; Народни музеј у Нишу