


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 штампарииа 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 тироара...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 виноградарског рејона	205
	<i>Вељко Перовић и Дарко Јакшић</i>	
	Ерозиони модели...207 Резултати...217 Средњи годишњи губитак земљишта Нишког виноградарског рејона...223 Закључак...229 Литература...230	
	Из рецензије	235
	Апстракт	237
	Прилог: Педолошка карта са границама Нишког рејона и виногорја	

САДРЖАЈ ОПАСНИХ И ШТЕТНИХ МАТЕРИЈА (ТЕШКИХ МЕТАЛА)

Поред оптималних концентрација биогених елемената, да бисмо земљиште окарактерисали као погодно за производњу здравствено безбедне хране, оно у себи не сме садржати опасне и штетне материје (Kastori, 1993).

Према Закону о пољопривредном земљишту (Sl. gl. RS 62/06, 65/08, 41/05 и 112/15), опасне и штетне материје у земљишту јесу групе неорганских и органских једињења која обухватају токсичне, корозивне, запаљиве, самозапаљиве и радиоактивне производе, као и отпад у чврстом, течном или гасовитом агрегатном стању, и која имају опасне и штетне утицаје на земљиште. Према овом закону, забрањено је испуштање и одлагање опасних и штетних материја на пољопривредном земљишту и у каналима за одводњавање и наводњавање.

Иако је за ову групу елемената најзаступљенији израз „тешки метали“, у новијој литератури употребљава се израз елементи у траговима (Allo-way, 1995; Adriano, 2001; Hodda, 2010).

Неки од ових елемената су биогени елементи нпр. бакар (Cu), цинк (Zn), и есенцијални су за биљне и животињске организме, али истовремено у великим концентрацијама могу бити токсични по живи свет (Milić et al., 2012). Главни извор ових елемената за биљке представља земљиште, било да су они у улози нутријената или токсиканата. Из овог разлога

је веома важно познавати садржај и дистрибуцију микроелемената и тешких метала у земљишту.

Порекло и садржај тешких метала у земљишту, у првом реду, потичу од матичног супстрата распадањем стена и минерала на којима се формира земљиште. Матични супстрат у свом саставу садржи и тешке метале, најчешће Cu, Zn, Ni, Pb, Cr. Природни садржај тешких метала у земљишту је геохемијског порекла и најчешће је толико мали да нема значајнијег утицаја на загађивање агроекосистема. Овај природни садржај метала се назива фонска концентрација (Kastori, 1997, Kabata-Pendias, 2004).

У циљу заштите земљишта од деградације опасним и штетним материјама, предузимају се превентивне мере, као што је мониторинг садржаја ових елемената у земљишту (Vasin i sar., 2015). Такође, из овог разлога, развијају се и примењују нове софистициране методе: унапређене технике узорковања земљишта, инструменталне аналитичке технике и математичко моделирање уз помоћ информационих технологија као што је ГИС (географско-информациони систем).

5.1 Примењене методе истраживања

Узорковање земљишта је изведено помоћу агрохемијске сонде на две дубине, (0-30 и 30-60 cm), по принципима контроле плодности. Укупна анализирана површина износи 17,54 ha и обухвата 20 производних виноградарских парцела. Величина парцела се кретала у границама од 0,1 до 3,5 ha.

У циљу одређивања специфичности земљишта под виноградима, узето је и 10 контролних узорака (фонова) помоћу агрохемијске сонде са две дубине (0-30 и 30-60 cm) са околног земљишта, које током историје није било коришћено за виноградарску производњу.

Према важећем правилнику (Sl. gl. RS, br. 23/94) у свим прикупљеним узорцима, одређене су следеће штетне материје: Co (кобалт), Cu (бакар), Mn (манган), Zn (цинк) и опасне материје: As (арсен), Cd (кадмијум), Cr (хром), Ni (никл), Pb (олово), Hg (жива).



Слика 27: Индуковано куплована плазма- ICP-OES Varian Vista - Pro



Слика 28: Анализатор живе - Direct Mercury Analyzer DMA 80 Milestone

Лабораторијске анализе су урађене у Лабораторији за земљиште и агроекологију Института за ратарство и повртарство (акредитована од стране АТС према стандарду SRPS ISO/IEC 17025:2006). Прикупљени узорци су ваздушно сушени и самлевени млином за земљиште до величине честица <math><2\text{ mm}</math> (ISO 11464:1994).

Примењене методе у истраживању:

- Одређивање укупних количина метала разарањем са концентрованој азотној киселином микроталасном дигестијом, детекција метала методом индуковано купловане плазме (ICP) (Слика 27)
- Одређивање укупног садржаја живе Hg: директном методом помоћу Direct Mercury Analyzer DMA 80 Milestone (Слика 28)
- Одређивање приступачних количина метала екстракцијом са EDTA процедура BCR European Commission, JRC, IRMM, CRM 484, детекција метала методом индуковано купловане плазме (ICP); (Слика 27)

5.2 Садржај штетних материја

Кобалт, манган, цинк и бакар су биогени елементи. При већој концентрацији у земљишту, они могу бити штетни једнако као што и вишак азота, фосфора и калијума може испољити фитотоксичност. У овом тексту су означени као „штетне материје“ према важећем Правилнику (Sl. gl. RS, br. 23/94).

Кобалт (Со) је есенцијални микроелемент за животиње, преживаре и микроорганизме и користан елемент за биљке. Кобалт се у Земљиној кори највише налази у базичним магматским стенама (до 200 mg/kg) и црним шкриљцима, док је мање концентрисан у киселим стенама (1-15 mg/kg), (Kabata-Pendias and Mukherjee, 2007). У зависности од типа земљишта, садржај кобалта варира од 0,5-3 mg/kg (песковита земљишта) до 20-30 mg/kg (глиновита земљишта). Концентрације кобалта у земљишту, у близини антропогених извора, могу да буду преко 100 mg/kg, што доводи до његове токсичности за биљке. Из тог разлога сврстан је у групу штетних материја. Токсичан ефекат може да изазове недостатак гвожђа и мангана у биљци, па је неопходна стална контрола његовог садржаја у земљишту (Kastori, 1997).

За садржај кобалта није прописана максимално дозвољена концентрација (МДК). Средња вредност садржаја Со на подручју Нишког рејона се налази на нивоу фонске концентрације (Табела 8),

који је уобичајен за пољопривредна земљишта, те не постоји опасност од евентуалног испољавања његове фитотоксичности и загађења агрокосистема.

Манган (Mn) је есенцијални елемент за живе организме. У метаболизму микроорганизама манган активира ензиме који учествују у синтези гликопротеина и изграђује металоензиме попут аргиназе и пируват-карбоксилазе. Укупан садржај мангана у земљишту је практично пореклом из матичног супстрата (Bogdanović i sar., 1997). Биљке усвајају манган као Mn^{2+} јон (Ubavić i Bogdanović, 2001), а фактори који утичу на редукцију мангана из виших у нижа оксидациона стања одређују капацитет земљишта да снабдева биљке потребним количинама мангана.

За садржај мангана нису прописане максимално дозвољене концентрације МДК. У овом истраживању, средње вредности укупног садржаја овог елемента на обе испитиване дубине су ниже од фонских концентрација, што указује на геохемијско порекло Mn у земљишту (Табела 8).

Табела 8: Вредности за укупни и лакоприступачни садржај кобалта (Co) и мангана (Mn) mg/kg

Дубина (cm)	Вредност	Co укупни	Co EDTA	Mn укупни	Mn EDTA
0-30	Макс.	16,4	5,1	1004,0	402,1
	Мин.	6,8	0,5	460,8	23,5
	Сред. ±СТД	11,0±2,4	2,5±1,5	616,5±125,6	216,7±98,0
	Фон±СТД	11,0±1,7	2,7±1,7	654,7±179,0	248,1±127,0
30-60	Макс.	12,5	5,0	637,3	351,7
	Мин.	7,0	0,5	307,7	16,0
	Сред. ±СТД	10,1±1,8	2,0±1,4	485,5±105,8	141,5±97,8
	Фон±СТД	10,6±2,7	2,1±1,6	503,1±138,2	135,7±132,0

Табела 9: Вредности за укупни и лакоприступачни садржај бакра (Cu) и цинка (Zn) mg/kg

Дубина (cm)	Вредност	Cu укупни	Cu EDTA	Zn укупни	Zn EDTA
0-30	Макс.	183,8	72,9	6,6	5,5
	Мин.	19,3	3,5	50,6	0,6
	Сред. ±СТД	46,9±37,7	16,7±16,9	69,0±15,5	2,5±1,5
	Фон±СТД	31,8±19,7	8,9±11,2	64,6±11,7	2,3±2,5
30-60	Макс.	124,0	47,3	95,3	2,1
	Мин.	20,8	2,8	47,1	0,5
	Сред. ±СТД	34,8±22,5	8,9±9,9	64,8±12,0	1,3±0,5
	Фон±СТД	27,0±6,2	4,9±3,4	63,7±17,5	1,3±1,3
	МДК	100,0	-	300,0	-

МДК - Максимално дозвољена количина према Правилнику о дозвољеним количинама опасних и штетних материја у земљишту и води за наводњавање и методама њиховог испитивања (Сл. гласник РС 23/1994)

На основу ранијих истраживања, како у свету, тако и код нас, земљишта винограда су посебно угрожена од загађења бакром (Cu), као последица прекомерне и дуготрајне употребе фунгицида на бази бакра. За остваривање високог и стабилног приноса грожђа, уз многе агротехничке мере, неопходна је и примена средстава за заштиту биља у циљу превенције и сузбијања болести винове лозе.

Бордовска чорба ($\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CuSO}_4$) има традиционалну примену као заштитно средство против проузроковача пламењаче (*Plasmopara viticola*), једног од најопаснијих патогена винове лозе. Употреба бордовске чорбе је започела у виноградима Француске 1885. године и траје већ више од једног века. Пестициди на бази бакра, најчешће у облику бакар-оксихлорида $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$ и бакар-хидроксида $\text{Cu}(\text{OH})_2$, користе се у виноградима широм света као и на плантажама кафе, хмеља, воћњацима и у повртарству.

Бројна актуелна истраживања показују да интензивна и дуготрајна примена ових препарата има негативни ефекат на животну средину, јер доводи до загађења земљишта бавром (Besnard et al., 2001). Акумулација бакра у земљишту има негативно дејство на земљишни живи свет (Paoletti et al., 1998; Merrington et al., 2002). Такође, може бити фитотоксичан (Kabata-Pendias and Pendias, 2001) и негативно утицати на квалитет вина и висину приноса (Mirlean et al., 2005; Garcia-Esparza et al., 2006). Већа концентрација бакра у земљишту може да доведе до загађења речног седимента ширег подручја (Fernandez-Calvino et al., 2008; Ninkov i sar., 2012a). Истраживања садржаја бакра у земљиштима под виноградима широм света указују на веома озбиљан ризик коришћења бакарних препарата, који су се до сада, парадоксално, сматрали безбедним у односу на остале пестициде (Dixon, 2004). Према досадашњим истраживањима земљишта Србије, овај проблем је присутан и на нашим просторима (Ninkov i sar., 2008; 2010; 2015a; 2015b, 2016a).

Према до сада наведеним истраживањима, садржај бакра у земљиштима под виноградима зависи од типа земљишта, односно специфичних физичко-хемијских особина (рН вредности, садржаја органске материје, механичког састава, СЕС, С/Н однос, итд.), старости винограда, количине примењеног бакра и климатских услова (Ninkov et al., 2012b).

Истраживачи у овој области (Pietrzak and McPhail, 2004; Schramel et al., 2000) указују да је познавање дистрибуције појединих фракција бакра у земљишту недовољно истражено и да одређивање укупног садржаја бакра у земљишту није довољно за оцену стања, већ је непоходно одредити његову приступачност, мобилност и токсичност.

Висока концентрација и приступачност бакра у површинском слоју земљишта, генерално, не делује фитотоксично на већ засноване засаде винове лозе, будући да лоза развија коренов систем на већој дубини, која је мање загађена бавром од површинског слоја земљишта. У младим засадама винограда, поготово када се они заснивају на површинама које су већ оптерећене повишеним садржајем бакра, ово може бити проблем за нормалан раст и развој младих биљака.

Иако бакар није примарно фитотоксичан по винову лозу, постоји низ ефеката његове прекомерне концентрације који директно утичу на смањење плодности земљишта. Употреба бакарних препарата је несумњиво делотворна при заштити засада од патогена као циљаних организама. Међутим, они као биоциди често имају нежељено токсично дејство по шири живи свет у агроекосистему. Високе концентрације бакра могу да створе стерилне услове у земљишту, који за последицу имају низ поремећаја у нормалном кружењу материје и функцијама земљишта.

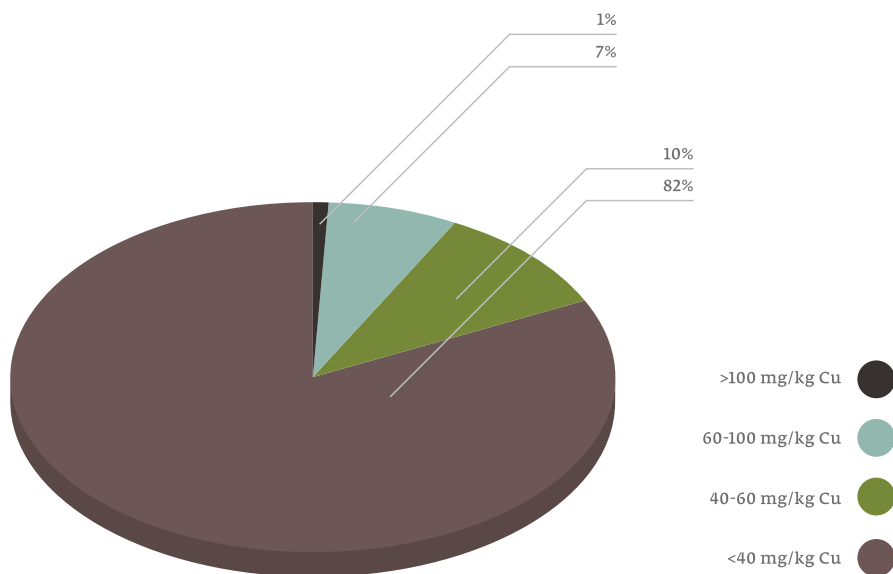
Садржај бакра у земљишту зависи од физичко-хемијских особина земљишта, и са друге стране, од количине његове примене, односно старости винограда и броја третмана у току године, што опет зависи од климатских услова.

Приликом тумачења загађења земљишта бакром у овом истраживању, примењено је више критеријума. Први критеријум је максимално дозвољена концентрација МДК према важећем правилнику (Sl. gl. RS 23/1994), који прописује 100 mg/kg земљишта као максимално дозвољену концентрацију бакра за пољопривредна земљишта Републике Србије. Други критеријум је критична концентрација на основу литературе (Schramel et al., 2000; Pietrzak and McPhail, 2004; Wightwick et al., 2006; Rusjan et al., 2007), која износи 60 mg/kg и представља границу испод које се, по досадашњим сазнањима, не појављују значајни штетни ефекти на земљиште. Свака концентрација бакра изнад ове границе, према литератури, захтева процену ризика (Ninkov et al., 2012b).

Трећи критеријум је фитотоксична концентрација по Wasterhoff-y (cit. Ubavić i Bogdanović, 2001), која се односи на приступачну фракцију бакра која, такође по литератури, износи 50 mg/kg. Изнад ове границе могуће је да се испоље штетни ефекти по поједине биљне врсте.

Четврти критеријум је потенцијална фитотоксичност. Према литератури (Novoa-Mundoz et al., 2007), удео приступачне фракције бакра преко 36% у укупној, представља ризик за штетно дејство бакра по поједине биљне врсте, које нису толерантне према високој концентрацији бакра.

У оквиру овог истраживања, утврђено је да је само 1% анализираних површина под виноградима оптерећено повишеним садржајем бакра, према његовом садржају у површинском слоју земљишта 0-30 cm. Садржај бакра преко МДК има 0,16 ha, од укупно анализираних 17,54 ha. Садржај бакра изнад критичне концентрације од 60 mg/kg има 1,25 ha, односно 7% анализираних површина (Графикон 26). Фонска концентрација у овом истраживању у слоју земљишта 0-30 cm од 31,8 mg/kg (Табела 9) је блиска просечној вредности за садржај бакра у земљиштима на територији централне Србије. Према истраживањима Mrvić et al. (2013), просечни садржај бакра за земљишта типа смоница и еутрични камбисол (два најзаступљенија типа земљишта у овом истраживању) износи 37,0 односно 40,0 mg/kg.



Графикон 26: Заступљеност производних парцела према укупном садржају бакра у горњем слоју земљишта (0-30 cm)

Ако посматрамо трећи критеријум фитотоксичности, приступачан садржај бакра преко 50 mg/kg забележен на 0,16 ha винограда, односно на 1% испитиваних површина у слоју земљишта 0-30 cm. Садржај

приступачног бабра је, такође, виши у односу на фонску концентрацију (Табела 9).

Према четвртом критеријуму потенцијалне фитотоксичности, садржај бабра је преко вредности од 36% (удео приступачног облика у укупном) заступљен на 2,8 ха, односно бакар у земљишту је лакодоступан на 16% испитиваних парцела.

Садржај обе фракције бабра (укупног и приступачног) се смањује са дубином земљишта и повишен је у односу на контролу (Табела 9).

Једном унет бакар је веома постојан у земљишту, јер се чврсто везује за компоненте земљишта, првенствено за честице глине и органску материју. Из овог разлога, садржај бабра је виши у површинском слоју земљишта, у односу на дубље слојеве, будући да се слабо редистрибуира дуж профила земљишта. Услед велике постојаности бабра у земљишту, некадашње површине под виноградима могу и након неколико деценија престанка гајења винове лозе и даље имати повишену концентрацију бабра.

Приступачност бабра у земљишту се смањује уколико земљиште садржи висок удео глине и органске материје (Ninkov et al., 2009; 2011). Висок удео глине и праха у земљишту није повољан за производњу, међутим, препоручена мера ђубрења стајњаком утицаће и на смањење приступачности бабра у земљишту, будући да се бакар снажно везује за органску материју и тиме постаје мање мобилан, реактиван и токсичан у земљишту.

Земљишта под виноградима су у највећој мери подложна ерозији, у поређењу са другим начинима коришћења. Будући да се бакар чврсто везује у површинском слоју земљишта, често може путем водне и еолске ерозије са вишег терена оптеретити земљиште нижег терена ширег подручја, па чак доспети и на отворене водотокове. У претходним истраживањима (Ninkov i sag., 2016a), забележено је да парцела са истом агротехником има у нижем делу терена већи садржај бабра у односу на виши део исте парцеле. Ово је још један разлог за предузимање свих расположивих противерозивних мера у виноградима.

Најновија истраживања у свету усмерена су у правцу развијања различитих техника ремедијације земљишта оптерећеног бавром. Међутим, будући да су технике ремедијације релативно скупе, дуготрајне и недовољно ефикасне, оптимално решење овог проблема су превентивне мере у спречавању прекомерног уноса бакра у земљиште (Zeremski-Škorić et al., 2010b).

Проблем загађења земљишта бакром услед примене фунгицида на бази бакра је присутан у свим земљама света са дугом традицијом гајења винове лозе. Произвођачи у Републици Србији не би требало да понављају оваква туђа негативна искуства. На основу добијених резултата из овог и претходних пројеката (Ninkov i sar., 2014; 2015b), потребно је спровести рационализацију примене фунгицида на бази бакра у највећем могућем степену.

Цинк (Zn) је биогени, есенцијални олигоелемент за више биљке, животиње и људе. У биљном организму, цинк је неопходан за биосинтезу ауксина. Према вишелитературних навода, укупан садржај цинка у земљишту зависи од састава матичних стена и у просеку износи 50 mg/kg. Недостатак цинка изазива промене у метаболизму биљака, што се одражава на њихову морфолошку и физиолошку грађу. Најчешћи симптоми су: формирање ситнијих и тањих листова, појава хлорозе, слабији развој и неуједначено сазревање плодова. Велике концентрације цинка делују фитотоксично. Садржај цинка у земљишту потиче из различитих антропогених извора, као што су: топионице обојених метала, рудници и ливнице гвожђа, коришћење отпадних муљева, минералних ђубрива и пестицида (Kastori, 1997).

Анализа испитиваних узорак земљишта је показала да ниједан од узорак не прелази прописану максимално дозвољену концентрацију – МДК, према садржају цинка за пољопривредно земљиште (Табела 9).

5.3 Садржај опасних материја

Опасним материјама се означавају елементи који, најчешће, нису есенцијални по живи свет, а у веома малим концентрацијама негативно делују на нормалан раст и развиће.

Арсен (As) је металоид који је распрострањен у животној средини у виду једињења различите токсичности. Разликује се од других опасних материја, јер се у највећем делу у земљишту налази у облику органских једињења, која су мање токсична од његових неорганских једињења. Најчешћи извори овог елемента у земљишту су минерали: As_2S_3 , AsS и Cu_3AsS_4 . Поред тога, арсен у земљишту може да буде из фосфорних ђубрива, отпадних муљева и нус производа топионица метала. С обзиром да спада у групу високо токсичних елемената за човека, неопходна је стална контрола његовог садржаја у земљишту, како се путем биљака не би укључио у ланац исхране (Kastori, 1997).

У целокупном истраживању постоји само једна производна парцела, величине 0,39 ha, односно 2% од укупних површина, са повишеним садржајем арсена преко МДК (Табела 10). Будући да на овом локалитету приступачни садржај арсена није детектован, односно да се налази испод границе детекције од 0,5 mg/kg, његово порекло је геохемијско. Фонска концентрација на овом локалитету износи чак 32,9 mg/kg у површинском слоју земљишта. Ово значи да је присуство арсена природног порекла и да је испитивано земљиште настало на геолошкој подлози богатој арсеном. Приступачна концентрација испод 0,5 mg/kg на овом локалитету не представља опасност по агроекосистем. На осталом испитиваном подручју, садржај арсена је уобичајен за пољопривредна земљишта и близак фонској концентрацији (Табела 10).

Кадмијум (Cd) је елемент који је у малим концентрацијама заступљен у литосфери. Међутим, повећан садржај овог елемента у агроекосистему може да доведе до његовог загађења. То се догађа услед повећане употребе кадмијума у индустрији и примени фосфорних ђубрива у којима се овај елемент налази пореклом из фосфорних руда, што није случај у нашој земљи (Zeremski-Škorić i sar., 2010a; Milić i sar., 2015). С обзиром на изражену мобилност кадмијума у екосистемима, врло је важно да се одреде његови облици у земљишном раствору.

У свим анализираним узорцима земљишта, садржај укупног и приступачног кадмијума је испод границе детекције примењене аналитичке методе (<0,5 mg/kg) (Табела 10).

Табела 10: Вредности за укупни и лакоприступачни садржај арсена (As) и кадмијума (Cd) mg/kg

Дубина (cm)	Вредност	As укупни	As EDTA	Cd укупни	Cd EDTA
0-30	Макс.	31,2	0,8	<МДЛ(0,5)	<МДЛ(0,15)
	Мин.	2,0	0,5	<МДЛ(0,5)	<МДЛ(0,15)
	Сред. ±СТД	7,5±6,1	0,5±0,1	<МДЛ(0,5)	<МДЛ(0,15)
	Фон±СТД	8,4±8,8	0,5±0,1	<МДЛ(0,5)	<МДЛ(0,15)
30-60	Макс.	19,9	0,8	<МДЛ(0,5)	<МДЛ(0,15)
	Мин.	2,5	0,5	<МДЛ(0,5)	<МДЛ(0,15)
	Сред. ±СТД	7,1±3,9	0,5±0,1	<МДЛ(0,5)	<МДЛ(0,15)
	Фон±СТД	6,9±5,5	0,5±0,1	<МДЛ(0,5)	<МДЛ(0,15)
	МДК	25,0	-	3,0	-

МДЛ – граница детекције примењене аналитичке методе

МДК – максимално дозвољена количина према Правилнику о дозвољеним количинама опасних и штетних материја у земљишту и води за наводњавање и методама њиховог испитивања (Сл. гласник РС 23/1994)

Иако се **олово (Pb)** у Земљиној кори јавља у траговима са просечним садржајем од 15 mg/kg (Kabata-Pendias and Mukherjee, 2007), овај елемент се у различитим концентрацијама налази у свим деловима животне средине, ваздуху, води и земљишту. Разлог за ову појаву је широка примена олова у различитим делатностима. У поређењу са другим опасним материјама, Pb има дуго време задржавања у земљишту. Порекло овог метала у земљишту је углавном антропогено и може да доведе до његове контаминације. Најзначајнији извори овог типа су рудници и топионице, примена отпадних муљева, издувни гасови возила и др. Токсичан ефекат овог полутанта на биљке се огледа у ометању нормалног тока фотосинтезе и метаболизма различитих ензима.

Табела 11: Вредности за укупни и лакоприступачни садржај олова (Pb) и укупни садржај живе (Hg) mg/kg

Дубина (cm)	Вредност	Pb укупни	Pb EDTA	Hg укупни
0-30	Макс.	25,0	11,1	0,080
	Мин.	12,7	2,2	0,018
	Сред. ±СТД	19,7±3,0	4,9±2,0	0,040±0,015
	Фон±СТД	20,1±3,5	5,6±1,9	0,047±0,034
30-60	Макс.	22,1	5,7	0,164
	Мин.	9,4	1,2	0,017
	Сред. ±СТД	16,9±3,2	3,6±1,2	0,048±0,032
	Фон±СТД	16,1±3,8	3,1±1,7	0,036±0,024
	МДК	100,00	-	2,000

МДК – максимално дозвољена количина према Правилнику о дозвољеним количинама опасних и штетних материја у земљишту и води за наводњавање и методама њиховог испитивања (Сл. гласник РС 23/1994)

Ниједан од испитиваних узорак није прелазило максимално дозвољену концентрацију за садржај укупног олова. У природном, незагађеном земљишту олово је присутно у концентрацијама <20 mg/kg (Mihailović et al., 2015), што је на нивоу средње вредности овог истраживања (Табела 11).

Жива (Hg) се у агроеколошким системима налази у облику минерала, док је у литосфери у саставу сулфида са цинком, гвожђем и другим металима. У облику природног минерала је присутна у малим количинама. Поред тога, велики број комерцијалних производа живе су од цинабарита (HgS). Сва једињења живе су токсична, због чега је познавање њеног садржаја у земљишту и биљкама од велике важности. Загађење живом је значајни глобални проблем, не само због повећаног

нивоа у животној средини, већ и због опасности по људско здравље (He et al., 2015; Ninkov et al., 2016b). Зависно од редокс услова, жива се у земљишту налази у три различита стања и то као: Hg^0 , Hg^{2+} и Hg_2^{2+} , од којих се прва два облика најчешће појављују. Највећи извори живе у земљишту су минерална и органска ђубрива и кречна средства. Већина минералних ђубрива садржи $<50 \text{ ng Hg/g}$, међутим, фосфорна ђубрива садрже значајно више концентрације живе, па се сматрају примарним извором загађења земљишта овом опасном материјом. На контаминираним земљиштима, неопходно је живу превести у мање приступачне облике, чиме би се смањило њено усвајање од стране биљака. У процесима трансформације живе у земљишту учествују и микроорганизми. Жива се не испира из земљишта услед јаког везивања за компоненте земљишта.

У овом истраживању, укупни садржај живе је одређен директном методом из чврстог узорка. Сви испитивани узорци имају садржај живе значајно испод прописане МДК (Табела 11).

Никал (Ni) се у Земљиној кори налази у просеку 75 mg Ni/kg стене. Међутим, процењено је да његов садржај значајно варира у зависности од типа стена. Највише је заступљен у пироксенима, а потом у габру, базалту и вулканским стенама са високим садржајем феромагнезијума и сулфидних минерала (Bogdanović i sar., 1997). Никал у земљиште доспева из два највећа извора: природног (геохемијског) и антропогеног. Ni у земљишту из природног извора је пореклом од матичног супстрата на којем се земљиште образује (Dozet, 2010). Најзначајнији антропогени Ni у земљишту су пољопривредни материјали, као што су минерална ђубрива на бази фосфора и кречна средства које се примењују за отклањање киселости земљишта. Поред тога, сагоревање угља, рудници и топионице метала, шумски пожари, метеорски пепео, честице соли, отпадни муљев и спаљивање комуналног отпада, значајно утичу на повећање садржаја никла у земљишту. Такође, атмосферски депозит је значајан извор Ni у земљишту. Особине земљишта утичу на мобилност никла, па се његова растворљивост повећава при нижим вредностима pH у земљишном раствору и смањењем капацитета за измену јона (Dozet i sar., 2011).

Табела 12: Вредности за укупни и лакоприступачни садржај никла (Ni) и хрома (Cr) mg/kg

Дубина (cm)	Вредност	Ni укупни	Ni EDTA	Cr укупни	Cr EDTA
0-30	Макс.	41,6	8,5	59,5	<МДЛ(0,5)
	Мин.	16,5	0,2	19,9	<МДЛ(0,5)
	Сред. ±СТД	29,3±8,1	3,2±2,1	43,3±10,8	<МДЛ(0,5)
	Фон±СТД	27,7±8,8	3,8±2,5	40,2±13,4	<МДЛ(0,5)
30-60	Макс.	45,9	7,4	64,5	<МДЛ(0,5)
	Мин.	13,9	0,1	25,9	<МДЛ(0,5)
	Сред. ±СТД	29,9±8,6	2,4±2,0	45,9±13,3	<МДЛ(0,5)
	Фон±СТД	29,4±9,1	2,3±2,4	46,2±14,1	<МДЛ(0,5)
	МДК	50,0	-	100,0	-

МДЛ - граница детекције примењене аналитичке методе

МДК - максимално дозвољена количина према Правилнику о дозвољеним количинама опасних и штетних материја у земљишту и води за наводњавање и методама њиховог испитивања (Сл. гласник РС 23/1994)

Иако је никал есенцијални елемент за животињске организме који га користе у метаболизму гвожђа, висок садржај овог елемента делује токсично на све живе организме. Према новијим истраживањима, никал је есенцијални елемент и за биљке. Из тог разлога је неопходна контрола његовог садржаја у земљиштима, како би се спречило да се путем биљака укључи у ланац исхране. (Вапјас, 2015b).

Резултати испитивања земљишта су показали да ниједан узорак са анализираних парцела није прелазео вредност МДК за никал (МДК=50 mg/kg). (Табела 12). Овакви резултати упућују на закључак да садржај никла не представља потенцијалну опасност по агроекосистем (Вапјас, 2015a).

Хром (Cr) Хром се у земљишту налази у облику различитих оксида, од којих су најстабилнији тровалентни-Cr(III) и шестовалентни-Cr(VI) хром (Oze et al., 2007). Геохемијско порекло хрома у земљишту подразумева његов садржај у матичном супстрату, у којем се налази у облику минерала хромита у базичним и ултрабазичним стенама, или у облику крокоита. Минерали хрома се јављају у асоцијацији са оливинима, пироксенима, амфиболима и лискунима (Mihailović, 2015). Велике количине хрома у земљиште доспевају из пољопривредних материјала. Поред тога, у атмосферу се из металуршке индустрије, у производњи феро-хрома, ослобађају значајне количине Cr, који се као атмосферски депозит таложи у земљишту. Извори ове опасне материје у атмосфери, а потом и у земљишту су: циглане, индустрија папира, цемента, азбеста, сагоревање угља, индустрија гвожђа, челика и др.

Резултати испитивања земљишта су показали да ниједан узорак са анализираних парцела није прелазео вредност МДК за хром (МДК=100 mg/kg). (Табела 12).

Закључак

С обзиром да земљиште представља извор из ког биљке узимају неопходне материје за раст и развиће, а од тога зависе и квалитет и количина оствареног приноса, неопходна је континуирана контрола свих његових особина. Иако повољна основна хемијска својства и физичке особине земљишта, уз одговарајућу биолошку активност, представљају предуслов за успешну биљну производњу, савремени приступи у пољопривредној пракси намећу потребу за сталном контролом садржаја штетних и опасних материја у овом природном систему. Пораст пољопривредне производње, уз неадекватну примену минералних ђубрива и средстава за заштиту биљака, али и непланско заснивање ораница, воћњака и винограда у индустријским зонама насељених места, довели су до повећања садржаја елемената који имају токсичан ефекат на чиниоце агроеколошких система. Неки од тешких метала, у малим концентрацијама представљају есенцијалне елементе за биљни организам. Међутим, уколико њихов садржај прелази границу максимално дозвољене концентрације, може да доведе до значајног умањења приноса. Поред тога, тешки метали на овај начин, преко биљака могу да се укључе у ланац исхране животиња и људи. Из тог разлога, неопходно је да се посебна пажња усмери на контролу лакоприступачног садржаја ових елемената у земљишту.

Елементи који су анализирани у овом истраживању су, према Правилнику за пољопривредно земљиште, подељени на штетне материје: Со (кобалт), Си (бакар), Мп (манган), Зп (цинк) и опасне материје: Ас (арсен), Cd (кадмијум), Cr (хром), Ni (никл), Pb (олово), Hg (жива). Добијени резултати су поређени са максимално дозвољеном концентрацијом МДК према Правилнику.

Садржај кобалта, цинка и мангана, као штетних материја, налази се на нивоу који је уобичајен за пољопривредна земљишта.

Земљишта на којима се гаји винова лоза су посебно угрожена од загађења бакром, услед дуготрајне примене заштитних средстава на бази бакра. Иако бакар није примарно фитотоксичан по винову лозу, постоји низ ефеката његове прекомерне концентрације који директно утичу на смањење плодности земљишта. У оквиру овог истраживања је утврђено да је само 1% анализираних површина под виноградима оптерећена повишеним садржајем бакра. Међутим, неопходно је

предузимање превентивних мера у смислу рационализације примене фунгицида на бази бакра.

У читавом истраживању, ниједан од испитиваних узорака не прелази прописану МДК према садржају кадмијума, олова и живе.

У овом истраживању, на једном локалитету је забележен садржај арсена преко МДК који је геохемијског порекла, на основу приступачног садржаја и поређења са контролом.

У целокупном истраживању, ниједан од испитиваних узорака не прелази прописану МДК према садржају никла и хрома.

Генерално, према садржају опасних и штетних материја, земљишта Нишког виноградарског рејона су веома повољна, међутим неопходно је њихово даље праћење у циљу производње висококвалитетних вина и одржавање репутације овог краја.

Литература:

1. Adriano D. (Ed.): Trace Elements in Terrestrial Environments, Biogeochemistry, Bioavailability and Risks of Metals. Second Edition. Springer, New York. 2001.
2. Alloway B.J. (Ed.): Heavy Metals in Soils. Second Edition. Blackie Academic and Professional, UK. 1995.
3. Banjac D., Ninkov J., Vasin J., Milić S., Živanov M. (2015a): Ispitivanje sadržaja nikla u zemljištu centralne Srbije u cilju proizvodnje zdravstveno bezbednog voća. Zbornik radova naučno stručnog skupa „Održivo korišćenje zemljišta“. 10.09.2015., Rimski šančevi, R. Srbija. 55-60.
4. Banjac D., Ninkov J., Vasin J., Milić S., Živanov M. (2015b): Nickel content in agricultural soils of Vojvodina, R. Serbia. Book of abstracts, VI International Scientific Agricultural Symposium „Agrosym 2015“. 15-18. 10. 2015., Jahorina, Bosna i Hercegovina. 619
5. Besnard E., Chenu C., Robert M. (2001): Influence of organic amendments on copper distribution among particle-size and density fractions in Champagne vineyard soils. Environmental Pollution. 112: 329-337.
6. Bogdanović D., Ubavić M., Hadžić V. (1997): „Teški metali u zemljištu“ u Kastori R. ured.: Teški metali u životnoj sredini. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad: 95-143
7. Dixon B. (2004): Pushing Bordeaux mixture. The Lancet Infectious Diseases. 4: 594.
8. Dozet D. (2010): Sadržaj nikla u zemljištima Srema. Master rad. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet.
9. Dozet D, Nešić Lj., Belić M., Bogdanović D., Ninkov J., Zeremski T., Dozet D., Banjac B. (2011): Poreklo i sadržaj nikla u aluvijalno-deluvijalnim zemljištima Srema. Ratarstvo i povrtarstvo. 48 (2): 369-374.
10. Fernandez-Calvino D., Rodriguez-Suarez J.A., Lopez-Periago E., Arias-Estevez M., Simal-Gandara J. (2008): Copper content of soils and river sediments in a winegrowing area, and its distribution among soil or sediment components. Geoderma. 145: 91-97.
11. Garcia-Esparza M. A., Capri E., Pirzadeh P., Trevisan M. (2006): Copper content of grape and wine from Italian farms. Food Additives and Contaminants. (23) 3:274-280.
12. He F., Gao J., Pierce E., Strong P.J., Wang H., Liang L. (2015): In situ remediation technologies for mercury-contaminated soil. Environmental Science and Pollution Research. 22: 8124-8147.
13. Hooda P. (Ed.): Trace Elements in Soils. WILEY, John Wiley and Sons Ltd., UK. 2010.

14. Kabata-Pendias A. (2004): Soil-plant transfer of trace elements - an environmental issue. *Geoderma*. 122: 143-149.
15. Kabata-Pendias A., Mukherjee A.B.: Trace Elements from Soil to Human. Springer, New York. 2007.
16. Kabata-Pendias A., Pendias H.: Trace Elements in Soils and Plants. Third Edition. CRC Press, USA. 2001.
17. Kastori R. ured.: Teški metali i pesticidi u zemljištu. Teški metali i pesticidi u zemljištu Vojvodine. Poljoprivredni fakultet Novi Sad, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad. 1993.
18. Kastori R. ured.: Teški metali u životnoj sredini. Naučni Institut za ratarstvo i povrtarstvo. Feljton, Novi Sad. 1997.
19. Merrington G., Rogers S.L., Van Zwieten L. (2002): The potential impact of long-term copper fungicide usage on soil microbial biomass and microbial activity in an avocado orchard. *Australian Journal of Soil Research*. (40) 5: 749-759.
20. Mihailović A., Budinski-Petković Lj., Popov S., Ninkov J., Vasin J., Ralević N., Vučinić-Vasić M. (2015): Spatial distribution of metals in urban soil of Novi Sad, Serbia: GIS based approach. *Journal of Geochemical Exploration*. 150: 104-114.
21. Mihailović A. (2015): Fizičke karakteristike zemljišta i distribucija teških metala na gradskom području Novog Sada. Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za fiziku.
22. Milić D., Luković J., Ninkov J., Zeremski-Škorić T., Zorić L., Vasin J., Milić S. (2012): Heavy metal content in halopytic plants from inland and maritime saline areas. *Central European Journal of Biology*. 7 (2): 307-317.
23. Milić S., Žarković B., Ninkov J., Radovanović V., Vasin J. (2015): Sadržaj teških metala u zemljištu u zavisnosti od sistema đubrenja kukuruza. Zbornik radova naučno-stručnog skupa "Održivo korišćenje zemljišta". 10.09.2015. Rimski šančevi, Novi Sad, R. Srbija. 99-106.
24. Mirlean N., Roisenberg A., Chies J.O. (2005): Copper-based fungicides contamination and metal distribution in Brazilian grape products. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 75: 968-974.
25. Mrvić V., Antonović G., Čakmak D., Perović V., Maksimović S., Saljnikov E., Nikoloski M. (2013): Pedological and pedogeochemical map of Serbia. Proceedings of The First International Congress on Soil Science and XIII National Congress in Soil Science "Soil-Water-Plant". 23.-26.09.2013. Beograd, R. Srbija. 93-104.
26. 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.
27. Ninkov J., Paprić Đ., Sekulić P., Zeremski-Škorić T., Vasin J., Milić S., Šeremešić S. (2009): Characteristics of arenosol under vineyard. Proceedings of The 16th International Symposium on Analytical and Environmental Problems. 28.09.2009., Szeged, Hungary, 215-218.
28. Ninkov J., Zeremski-Škorić T., Sekulić P., Vasin J., Milić S., Paprić Đ., Kurjački I. (2010): Teški metali u zemljištima vinograda Vojvodine. Ratarstvo i povrtarstvo. 47 (1): 273-279.
29. Ninkov J., Milić S., Sekulić P., Zeremski-Škorić T., Vasin J., Šeremešić S., Maksimović Livija (2011): Effect of soil particle size on copper availability. Proceedings of the 17th Symposium on Analytical and Environmental Problems. 19.09.2011. Szeged, Hungary, 155-158.
30. Ninkov J., Milić S., Vasin J., Kicošev V., Sekulić P., Zeremski T., Maksimović L. (2012a): Teški metali u zemljištu i sedimentu potencijalne lokalne ekološke mreže srednjeg Banata. Ratarstvo i povrtarstvo. 49(1): 17-23.
31. Ninkov J., Paprić Đ., Sekulić P., Zeremski-Škorić T., Milić S., Vasin J., Kurjački I. (2012b): Copper content of vineyard soils at Sremski Karlovci (Vojvodina Province, Serbia) as affected by the use of copper-based fungicides. International Journal of Environmental Analytical Chemistry. 92(5): 592-600.
32. Ninkov J., Vasin J., Milić S., Marinković J., Sekulić P., Hansman Š., Živanov M., Jakšić D.: 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., Milić S., Vasin J., Jakšić D., Banjac D., Živanov M. (2015a): Copper content in vineyard soils of Central Serbia caused by copper based fungicides application. Book of Abstracts of the 9th Congress of the Soil Science Society of Bosnia and Herzegovina "Protection of Soil as Factor of Sustainable Development of Rural Areas and Improvement of Environment. 23-25.11.2015. Mostar, Bosna i Hercegovina. 74.
34. Ninkov J., Vasin J., Milić S., Marinković J., Jakšić D., Banjac D., Živanov, M. (2015b): Sadržaj teških metala u zemljištu pod vinogradima Šumadijskog rejona. Zbornik radova naučno stručnog skupa „Održivo korišćenje zemljišta“. 10.09.2015., Rimski šančevi, R. Srbija. 47-54.
35. Ninkov Jordana ured.: „Pedološke i agrohemijske karakteristike vinogradarskog rejona Tri Morave“. Izdavač: Institut za ratarstvo i povrtarstvo. Stojkov, Novi Sad. 2016a.
36. Ninkov J., Marković S., Banjac D., Vasin J., Milić S., Banjac B., Mihailović

- A. (2016b): Mercury content in agricultural soils (Vojvodina Province, Serbia). *Environmental Science and Pollution Research*. doi:10.1007/s11356-016-7897-1: 1-10.
37. Novoa-Munoz J.C., Queijeiro J.M., Blanco-Ward D., Alvarez-Olleros C., Martinez-Cortizas A., Gracia-Rodeja E. (2007): Total copper content and its distribution in acid vineyards soils developed from granitic rocks. *Science of the Total Environment*. 378: 23-27.
38. Oze C., Bird D. K., Fendorf S. (2007): Genesis of hexavalent chromium from natural sources in soil and groundwater. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 104 (16): 6544-6549.
39. Paoletti M.G., Sommaggio D., Favretto M.R., Petruzeelli G., Pezzarossa B., Barbafieri M. (1998): Earthworms as useful bioindicators of agroecosystem sustainability in orchards and vineyards with different inputs. *Applied Soil Ecology*. 10: 137-150.
40. Pietrzak U., McPhail D.C. (2004): Copper accumulation, distribution and fractionation in vineyard soils of Victoria, Australia. *Geoderma*. 122: 151-166.
41. Rusjan D., Strlič M., Pucko D., Šelih V. S., Korošec-Koruza Z. (2006): Vineyard soil characteristics related to content of transition metals in a sub-Mediterranean winegrowing region of Slovenia. *Geoderma*. 136: 930-936.
42. Schramel O., Michalke B., Kettrup A. (2000): Study of the copper distribution in contaminated soils of hop fields by single and sequential extraction procedures. *The Science of the Total Environment*. 263: 11-22.
43. Službeni glasnik Republike Srbije br. 23/1994: Pravilnik o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama njihovog ispitivanja.
44. Službeni glasnik Republike Srbije br. 62/2006, 65/2008, 41/09 i 112/15: Zakon o poljoprivrednom zemljištu.
45. Ubavić M., Bogdanović D. (2001): *Agrohemija*. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad
46. Vasin J., Petrović P., Banjac D., Živanov M., Ninkov J. (2015): Ispitivanje kvaliteta zemljišta u cilju proizvodnje duvana u proizvodnim rejonima Vojvodine i Mačve. *Zbornik radova naučno stručnog skupa „Održivo korišćenje zemljišta“*. 10.09.2015., Rimski šančevi, R. Srbija. 115-121.
47. Zeremski-Škorić T., Ninkov J., Sekulić P., Milić S., Vasin J., Dozet D., Jakšić S. (2010a): Sadržaj teških metala u odabranim đubrivima koja su u upotrebi u Srbiji. *Ratarstvo i povrtarstvo*. 47(1): 281-287.
48. Zeremski-Škorić T., Sekulić P., Maksimović I., Šeremešić S., Ninkov J., Milić S., Vasin J. (2010b): Chelate-assisted phytoextraction: effect of EDTA

and EDDS on copper uptake by *Brassica napus* L. *Journal of the Serbian Chemical Society*. 75(9): 1279-1289.

49. Wightwick A., Mollah M., Smith J., MacGregor A. (2006): Sampling considerations for surveying copper concentrations in Australian vineyard soils. *Australian Journal of Soil Research*. 44: 711-717.