



Институт за ратарство и повртарство  
Нови Сад



Лабораторија за земљиште и агроекологију

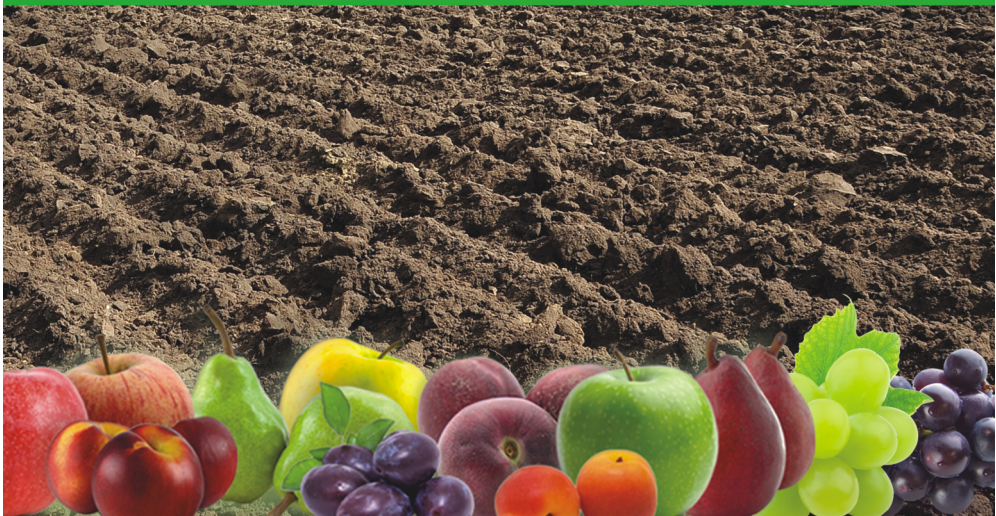


Република Србија

Министарство пољопривреде и заштите животне средине

Управа за пољопривредно земљиште

**УНАПРЕЂЕЊЕ КВАЛИТЕТА ЗЕМЉИШТА  
ПОД ВОЋЊАЦИМА И РАСАДНИЦИМА  
(ВОЋА И ВИНОВЕ ЛОЗЕ)  
У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ**



CIP - Каталогизација у публикацији  
Библиотека Матице српске, Нови Сад

634.1/.7:631.5(497.11)(082)  
634.8.047:631.5(497.11)(082)

УНАПРЕЂЕЊЕ квалитета земљишта под воћњацима и  
расадницима (воћа и винове лозе) у Републици Србији /  
[Јовица Васин ... [и др.]]. - Нови Сад : Институт за  
ратарство и повртарство, 2014 (Нови Сад : ДЕС). - 85 стр. :  
илустр. ; 21 см

Тираж 200. - Библиографија.

ISBN 978-86-80417-61-5

1. Васин, Јовица [аутор]

а) Воћњаци - Земљиште - Квалитет - Србија - Зборници б)

Виногради - Земљиште - Квалитет - Србија - Зборници

COBISS.SR-ID 293123335

**УНАПРЕЂЕЊЕ КВАЛИТЕТА ЗЕМЉИШТА  
ПОД ВОЋЊАЦИМА И  
РАСАДНИЦИМА (ВОЋА И ВИНОВЕ ЛОЗЕ)  
У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ**

Аутори:

Др Јовица Васин  
Др Јордана Нинков  
мр Станко Милић  
Др Тијана Зеремски  
Др Јелена Маринковић  
Др Петар Секулић  
Штефан Хансман  
Милорад Живанов, дипл. инж.



Институт за ратарство и повртарство,  
ул. Максима Горког бр. 30, Нови Сад  
[www.nsseme.com](http://www.nsseme.com)

2014.

## САДРЖАЈ:

1	<b>Увод</b>	4
	1.1 Значај квалитета земљишта у воћарској и расадничарској производњи	4
	1.2 Подаци о воћарској и расадничарској производњи у Републици Србији	8
2	<b>Методe истраживања</b>	11
	2.1 Теренски радови	13
	2.2 Лабораторијске анализе	14
3	<b>Физичке особине земљишта</b>	17
	3.1 Сабијеност земљишта	17
	3.2 Механички састав	20
4	<b>Основна хемијска својства</b>	27
	4.1 Контрола плодности и узорковање земљишта	27
	4.2 Основни принципи исхране биљака у воћарству и расадничарству	29
	4.3 Основни принципи приликом подизања воћњака са аспекта управљања земљиштем	33
	4.4 pH (реакција) и садржај слободног $\text{CaCO}_3$	37
	4.5 Садржај органске материје	43
	4.6 Садржај макрохранива	45
5	<b>Укупан и приступачан садржај микроелемената и тешких метала</b>	52
	5.1 Садржај штетних материја	54
	5.2 Садржај опасних материја	59
6	<b>Остаци органохлорних пестицида у земљишту</b>	66
7	<b>Микробиолошка својства земљишта</b>	72
8	<b>Смернице</b>	80
9	<b>Литература</b>	84

## **1. УВОД**

Ова публикација је настала као резултат пројекта под називом: „УНАПРЕЂЕЊЕ КВАЛИТЕТА ЗЕМЉИШТА ПОД ВОЋЊАЦИМА И РАСАДНИЦИМА (ВОЋА И ВИНОВЕ ЛОЗЕ) У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ“. Реализатор и суфинансијер Пројекта је Институт за ратарство и повртарство, Лабораторија за земљиште и агроекологију.

Пројекат је реализован у оквиру студијско истраживачких пројеката у области заштите, уређења и коришћења пољопривредног земљишта од значаја за Републику Србију за 2014. годину, Министарства пољопривреде и заштите животне средине, Управе за пољопривредно земљиште.

Циљ овог Пројекта је да се сачини документ о глобалној процени плодности и квалитету земљишта воћњака са изнетим закључцима и смерницама, која ће послужити надлежним институцијама као документована основа за доношење превентивних, корективних и стимулативних мера.

Главни циљ Пројекта је и да се потпуно усвоји коришћење система контроле плодности и рационалне употребе ђубрива од стране крајњих корисника резултата – произвођача као и надлежних институција, путем шире едукације, промоције и доступности резултата истраживања.

### **1.1 Значај квалитета земљишта у воћарској и расадничарској производњи**

Земљиште је, према једној од многобројних дефиниција, растресити површински слој литосфере, а настало заједничким деловањем педогенетских фактора, састављено од чврсте, течне и гасовите фазе, различито од подлоге на којој је настало по морфолошким, физичким, хемијским и биолошким особинама.

Земљиште је природни ресурс, који представља основну базу за производњу органске материје гајењем различитих биљних врста. Оно се састоји од минералних честица, органске материје, воде и ваздуха и животна је средина за биљке, животиње и микроорганизме. Земљиште је по површини ограничено, а по природи и уништиво добро. Споро се образује, а у процесу деструкције брзо се уништава.

Земљиште је изузетно динамичан систем који је подложен сталним променама. На динамичност утичу првенствено природни процеси (кружење, проток и преображај материје и енергије), али и антропогени чиниоци.

Функције земљишта су бројне: производња биомасе и хране; везивање и чување минералних материја, воде, органске материје, гасова итд.; извор биодиверзитета; животна средина за људска бића; извор различитих материјала и акумулација угљеника.

Квалитет земљишта подразумева склоп више његових особина: физичких особина (механички састав, збијеност), водно-ваздушног режима (ретенционе особине, водопропустљивост, капацитет за ваздух ...), хемијских особина (плодност земљишта, садржај опасних и штетних материја ...) микробиолошких особина (бројност и активност појединих група микроорганизама) итд. Ове особине не треба посматрати одвојено, јер су оне често у међусобној зависности.

Квалитет земљишта непосредно утиче на квантитет, али и значајно на квалитет добијених биљних производа који на индиректан (исхраном животиња) или директан начин улазе у човеков ланац исхране.

Квалитет земљишта, као и само земљиште је продукт истовременог и заједничког деловања педогенетских процеса, који су, опет, условљени различитим педогенетским факторима у које убрајамо: климу, матични супстрат, живи свет и рељеф. Како се земљиште стално развија и мења током времена, тако и време (старост) сматрамо педогенетским фактором. Ниједан од ових педогенетских фактора не може имати искључиву улогу, али у појединим случајевима може имати доминантни утицај.

У педогенетске факторе се у последње време педогенезе убраја и човек који често својим активностима, на жалост, утиче негативно на квалитет земљишта.

Да би се ефикасно могао сачувати квалитет земљишта, потребно је водити рачуна о узроцима који могу довести до његовог оштећења. Дејством неповљних природних чинилаца земљиште се уништава или осиромашује, а антропогеним утицајем привремено или трајно искључује, загађује, оштећује. Од природних чинилаца најзначајнији утицај на оштећење земљишта имају водене и еолске ерозије, клизишта, замочваривања и др., јер доводе до губитка земљишта и хранљивих елемената за биљке.

Производња квалитетног воћа започиње оптималним коришћењем земљишта у складу са локалним климатским условима.

Локација, тј. производна парцела где се одвија производња воћа утиче на ову производњу кроз читав низ фактора: тип земљишта, надморска висина, положај према сунцу (експозиција), нагиб, температура (екстреми и просек), количина падавина, брзина и смер ветра, укупан број сунчаних сати, учесталост мраза, магле и сл.

Физичко-хемијске особине земљишта су, у највећој мери, одређене самим типом земљишта. Структура земљишта и његов хемијски састав одређују квалитет воћа. Земљиште пружа потпору кореновом систему и биљци представља главни извор воде и хранива.

Као најважније карактеристика земљишта воћњака издваја се добра унутрашња дренажа, одговарајућа дубина солума (педогенетских хоризоната изнад матичног супстрата), плодност и одсуство опасних и штетних материја.

Под орографијом се подразумева надморска висина места, његова експозиција, нагиб терена и близина водених површина. Надморска висина је у тесној вези са географском ширином. Идући северније, воћке успевају на све мањим надморским висинама. Код нас се најбољи резултати постижу на надморским висинама између 400-500 m. На оваквим умереним надморским висинама постиже се најбољи квалитет плодова и такви плодови се боље чувају. Различите воћне врсте се различито понашају према надморској висини. Према литературним наводима Станчевића (1990), бадем се може успешно гајити до 300 m надморске висине, бресква и кајсија од 300 до 500 m, дуња до 700 m, крушка и орах до 800, па и 900 m, јабука до 1000 m и трешња и вишња до 1300 m. Експозиција терена подразумева његов положај према странама света и условљена је надморском висином и нагибом. Јужне експозиције су без обзира на надморску висину топлије од северних. У нашим условима гајења погодније су јужне експозиције за производњу раних сорти бресака, крушака, трешања, па и шљива, а северне експозиције за гајење зимских сорти јабука и крушке, кајсије и шљиве пожегаче. Може се уопштено рећи да јужне експозиције више одговарају коштичавим воћкама, а северне јабучастим. Приликом подизања засада мора се водити рачуна и о нагибу терена, који не сме бити велики, јер на њему често долази до ерозије, а велика су инвестициона улагања за уређење земљишта. За воћарску производњу погодни су терени са благим нагибом од 4 до 6°. Близина већих водених површина повољно утиче на микроклиму одређеног простора, тако да воћке у таквим условима боље рађају, плодови су обојенији итд.

Приликом подизања засада мора се обратити пажња и на земљиште, поготово на његове следеће особине: дубину и пропустљивост солума (здравице), структуру, механичке и хемијске особине земљишта. Најбоље је да земљиште за гајење воћака буде између песковите иловаче и иловасте

пескуше или да је алувијално-делувијалног порекла. Чернозем је изврсно земљиште за воћњаке. Сувише глиновита и лака земљишта нису погодна за успешну производњу. Код тешких земљишта мора се претходно извршити њихова поправка, а то је скупа агромера. Што се тиче песка, на њему се може организовати успешна производња поготово јабуке, трешње, вишње, кајсије, шљиве и крушке, али уз веће уношење стајњака и наводњавање.

Јабукe дају добре резултате на песковитим земљиштима ако су калемљене на сејанцу и бујним вегетативним подлогама, односно на слабије бујним уз наводњавање. Засади на иловичастим, као и глиновитим земљиштима, могу дати исто добре резултате, док земљишта која имају високи проценат  $\text{CaCO}_3$  - калцијум-карбоната (више од 20 %) нису погодна за крушку, брескву, трешњу и јабуку, јер се јавља хлороза. Најповољнији типови земљишта за подизање засада крушке су они који имају дубину активног слоја 100-120 см. За успевање шљиве највише одговарају гајњаче и лаке смонице. Брескви одговарају лака, дубока и плодна земљишта. Наше савремене плантаже брескве налазе се на овим типовима земљишта: у Војводини на тзв. огајњаченом чернозему у подножју Фрушке горе, у северном делу централне Србије на гајњачама, на подзолима, деградираним црвеницама итд. За кајсију су најпогоднија песковита до глиновто-песковита земљишта. Трешње на сејанцу дивље трешње (*Prunus avium* L.) добре резултате дају на песковитим иловачама, алувијалним гајњачама, карбонатним черноземима, док на подлози магрива (*Prunus mahaleb* L.) трешња може добро успевати и на сувим, мање плодним и нешто кречнијим земљиштима. Вишње могу да успевају скоро на сваком типу земљишта, с изузетком само оних крајње неповољних као што су тешка, влажна, заслањена, кречна, јако кисела или јако алкална земљишта. Ипак, вишњи највише одговарају лаке песковите иловаче, алувијални и карбонатни чернозем. Орах добре резултате даје на черноземима и деградираним черноземима, на алувијалним црницама и на другим дубоким, и довољно растреситим земљиштима поред река. Кестен више воли земљишта са неутралном реакцијом до благо киселе или благо алкалне реакције. Леска калемљена на мечју леску (*Corylus colurna* L.) успева и на карбонатним земљиштима, док некалемљена боље резултате даје на земљиштима са неутралном и благо киселом реакцијом.

Пре него што се подигне воћњак, мора се извршити хемијска, физичка и биолошка анализа земљишта. Посебно се мора обратити пажња на садржај хумуса и хранљивих материја (калијума, фосфора и азота), као и на рН земљишта. Уколико земљиште не садржи оптималне количине, треба извршити агромилиоративну поправку земљишта. Свакако да одговарајућем земљишту треба прилагођавати врсту, сорту и подлогу. На сувљим,



сиромашнијим земљиштима треба користити бујније подлоге и подлоге које успевају на оваквим типовима земљишта.

## **1.2 Подаци о воћарској и расадничарској производњи у Републици Србији**

Према подацима резултата пописа пољопривреде 2011/2012 године, од укупно обрадивих 3.437.423 ха, 4,8% чине воћњаци или 163.310 ха, а расадници заузимају 1.327 ха. У структури засада воћњака највећи удео чине шљиве од 45%, затим јабуке од 15% и вишње од 9,5%.

Производња шљива у Србији има веома дугу традицију. Наша земља је била позната по сувим шљивама и све до 21. века налазила се на самом врху производње и извоза сувих шљива у свету. По производњи шљиве Србија је друга земља у Европи и четврта у свету. Годишња производња овог воћа у Србији износи око 600.000 тона, а гаји се на 78.000 хектара. Две трећине нашег ино-пласмана је свежа шљива, док остатак представљају веома тражена сува шљива и прерађевине. Сува шљива и прерађевине се извозе највише на тржиште Блиског истока, Скандинавију и ЕУ. Шљива се у Србији третира као наш најважнији извозни бренд.

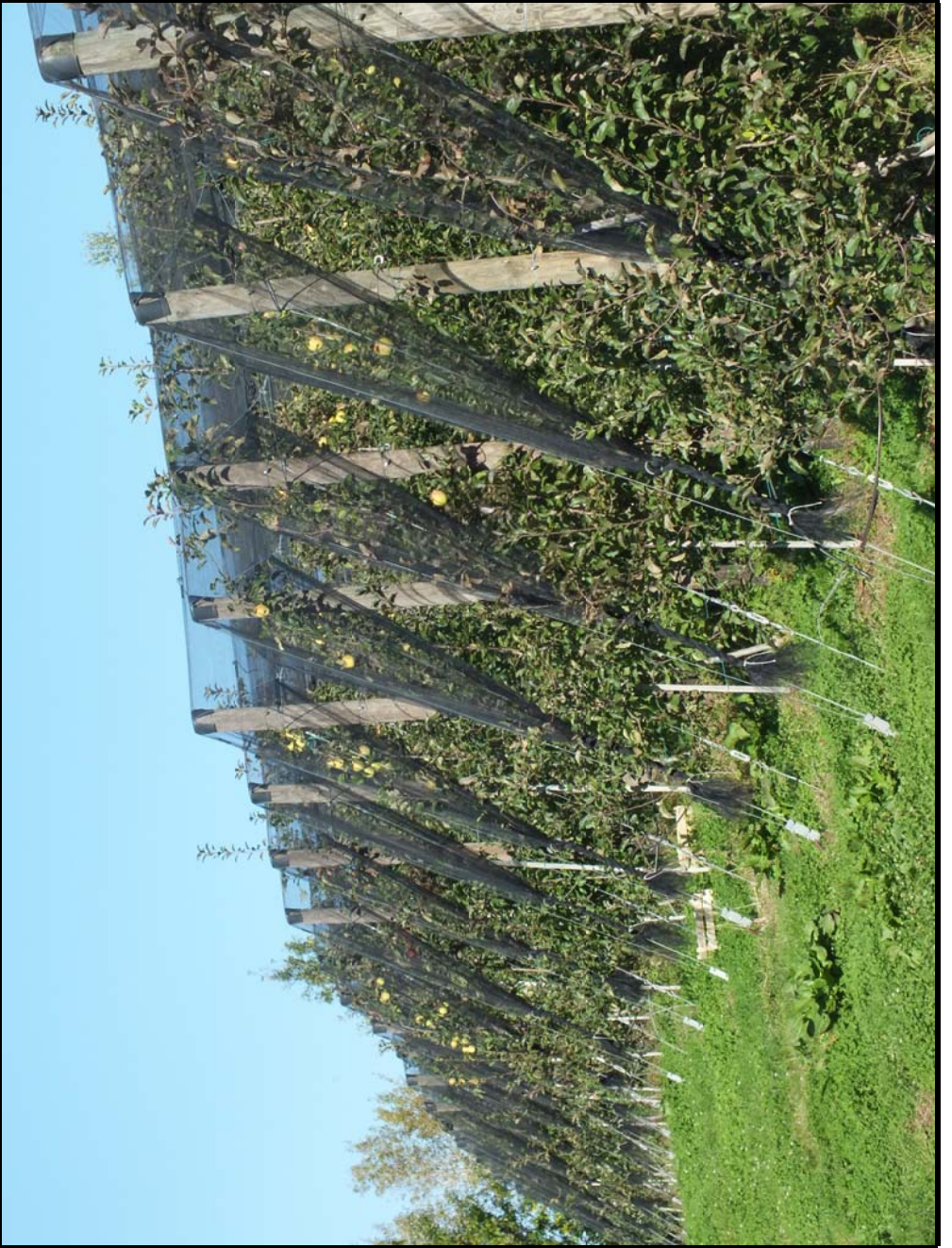
Јабуре се у Србији гаје на површини од 24.000 ха. Не постоје прецизни подаци о количини производње јабука у Србији, а према подацима ФАОСТАТ-а (статистичког одељења ФАО) за последње 3 године, просечан укупан род у Србији износи 230.000 тона. Јабуре се највише извозе у Руску федерацију, око 90.000 тона. У Р. Србији се, у последње време, заснивају нови воћњаци јабука, те су површине под овом културом у порасту.

Вишња је још један од извозних производа Р. Србије и гаји се на близу 14.000 ха. Наш удео у светској производњи вишње износи око 7,8 одсто или 11,7 одсто у европској производњи. Ови подаци указују на међународни значај који има ова производња у Србији. Вишња углавном служи за даљу индустријску прераду и годишње Србија традиционално извезе између 35 и 50 одсто своје укупне производње овог воћа.

Производња квалитетног садног материјала воћа и винове лозе има велики значај за Р. Србију. Осим профитабилне пољопривредне производње која произвођачима омогућује стабилну зараду, производња квалитетног садног материјала има значај као ресурс Р. Србије да сопственом производњом здравог и квалитетног материјала омогући просперитет воћарства и виноградарства. Будући да заснивање вишегодишњих засада носи велика

почетна улагања, веома је важан избор здравог и сортно чистог материјала у циљу постизања стабилних и високих приноса. Избор сортимената је такође важан у смислу одабира сорти које су најадекватније прилагођене постојећим агроеколошким условима и толерантне и/или отпорне на владајуће болести и штеточине.

Р. Србија има изузетан природни потенцијал за гајења воћа на основу климатских и едафских фактора. Воћарство представља најпрофитабилнију грану пољопривреде, поготово у брдско планинским подручјима. Сама чињеница да је воће једно од најзначајнијих извозних производа, говори да би овој грани требало посветити далеко већу пажњу. Гајење воћа захтева примену више агротехничких мера и носи велика улагања. Због тога је веома важно предходно планирање и контрола квалитета земљишта, јер се направљене грешке у овом делу веома тешко исправљају. За брже унапређење воћарства један од врло важних фактора је и производња квалитетног садног материјала. Будући да је земљиште под воћњацима изложено посебном притиску услед високог ђубрења и великог броја третмана засада заштитним средствима, веома је важно анализирати земљиште на садржај опасних и штетних материја у циљу производње здравствено исправног воћа уз очување животне средине и производње садница високог животног потенцијала – вигора.



## 2. МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

У оквиру Пројекта анализирано је земљиште двадесет и два произвођача (табела 1). Посматрано је укупно 75 производних парцела величине од 0,12 до 5,74 ха. Под производном парцелом се подразумева парцела са истом историјом, примењеном агротехником и уједначеним нагибом терена. Укупна анализирана површина износи 62,24 ха.

Табела 1: Учесници у Пројекту

	<b>учесник</b>	<b>катастарска општина / општина</b>
1	Драган Лазаревић	Гроцка / Гроцка
2	Драган Теомировић	Гроцка / Гроцка
3	Марко Лазаревић	Гроцка, Брестовик / Гроцка
4	Живослав Караклајић	Брестовик / Гроцка
5	Зоран Младеновић	Суводол / Смедрево
6	Александар Михајловић	Суводол / Смедрево
7	СШ „Краљ Петар I“	Ши- Поток / Топола
8	Верко Качаревић	Божурња, Топола
9	Витомир Милованчевић	Топола / Топола
10	Стеван Милованчевић	Топола / Топола
11	Момчило Ерић	Бранковина / Ваљево
12	Лазар Милинковић	Бабина Лука / Ваљево
13	Милорад Томић	Шушеока / Мионица
14	Милован Чарапић	Мионица / Мионица
15	Владимир Вуковић	Миличаница / Ваљево
16	Јелена Тојчић	Оглађеновац / Ваљево
17	Фрути Комерц д.о.о.	Варварин, Маскаре / Варварин
18	Вино Калем а.д.	Каменари, Селиште, В.Дренова / Трстеник
19	Александар Ратајац	Селиште, Велика Дренова / Трстеник
20	AMV-AGROEXIM d.o.o.	Велика Дренова, Медвеђа / Трстеник
21	d.o.o Grof of Milutovac	Милутовац / Трстеник
22	Љубица Ђокић	Дружетић / Коцељева

Испитиване производне парцеле у Пројекту су сврстане у три категорије (графикон 1): воћњаци у експлоатацији, воћњаци у подизању и расадници.



Графикон 1: Расподела узорака у зависности од начина коришћења



## 2.1 Теренски радови

Са производних парцела прикупљено је 150 узорака земљишта помоћу агрохемијске сонде. Узорци су узети на две дубине 0-30 и 30-60 cm, по методологији за контролу плодности, тако да је један просечан узорак састављен од 20 појединачних под-узорака.

При теренским радовима прикупљено је 75 података о збијености земљишта помоћу пенетрометра.

Свака испитивана парцела обележена је (геореференцирана) са ГПС координатама као реална површина. На основу унапред дефинисаног шифарника узети су подаци о парцели. На терену су прикупљени и подаци о историји парцеле (примени средстава за исхрану биља – ђубрива и заштитних средстава - пестицида).



## 2.2 Лабораторијске анализе

Целокупна лабораторијска истраживања урађена су у Лабораторији за земљиште и агроекологију Института за ратарство и повртарство. Лабораторија је акредитована од стране Акредитационог тела Србије (АТС), према стандарду SRPS ISO/IEC 17025:2006 решењем број 01-003. Лабораторија поседује и решења надлежног Министарства пољопривреде и заштите животне средине за: испитивање физичких и хемијских особина земљишта, испитивање опасних и штетних материја у земљишту, елементарног састава и физиолошких својстава биљног материјала, физичко-хемијске анализе ђубрива и испитивања биолошке вредности ђубрива, хемијске анализе воде, испитивање физичко-хемијских особина пестицида и остатака пестицида у земљишту, води, биљном материјалу и храни.

Институт за ратарство и повртарство је целокупни свој рад, односно делатност свих радних јединица, усагласио са стандардима ISO 9001:2008 (BSI № FM57423) Систем управљања квалитетом и ISO 14001:2004 (BSI № 72243) Систем управљања заштитом животне средине, оба сертификована од стране BSI (British Standards Institution).

У прикупљеним узорцима земљишта у нарушеном стању у Лабораторији за земљиште и агроекологију урађене су анализе физичких својстава, параметара плодности, присуства неорганских и органских загађивача, као и микробиолошке активности у земљишту.





У даљем тексту су наведене методе теренског и лабораторијског рада:

**Геореференцирање узорака земљишта и парцела:** GPS receivers (Trimble GPS GeoXH 3000, Trimble GPS Juno SC, Terrasync Professional software)

---

**Обрада података у Географском Информационом Систему:** GIS (ESRI ArcEditor 10)

---

**Сабијеност земљишта:** теренска истраживања, одређена пенетрометром Penetrologger – Eijkelkamp Agrisearch Equipment

---

**Припрема узорака за анализу:** узорци су ваздушно сушени, а затим самлевени у млину за земљиште до величине гранула < 2 мм, према СРПС/ИСО 11464:2004

---

**Одређивање механичког састава земљишта:** према међународној пипет методи са припремом узорка Na-пирофосфатом, класификација земљишта одређена је по ISSS класификацији (International Society of Soil Science)

---

**Одређивање активне киселости - рН у води:** у суспензији земљишта са водом 1:2,5 (m/v), потенциометријски

---

**Одређивање потенцијалне киселости - рН у 1 М КСl:** у суспензији земљишта са калијум хлоридом 1:2,5 (m/v), потенциометријски

---

**Одређивање потенцијалне хидролитичке киселости - Н:** методом Карпен-а, у суспензији земљишта са калцијум ацетатом (40g:100cm<sup>3</sup>), титрацијом са NaOH

---



---

**Одређивање слободног калцијум карбоната ( $\text{CaCO}_3$ ):** волуметријски, помоћу Scheibler-овог калциметра, СРПС ИСО 10693:2005

---

**Одређивање садржаја хумуса:** модификована метода Tjurin-a, оксидацијом органске материје са  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

---

**Одређивање укупног садржаја органског угљеника (ТОС):** према методи СРПС ИСО 10694:2005 елементарна анализа, CHNS анализатором

---

**Одређивање садржаја укупног азота (CNS елементална анализа тоталног спаљивања узорка):** CHNS анализатором, AOAC метода 972.43:2000

---

**Одређивање амонијум лактатног  $\text{P}_2\text{O}_5$ :** одређивање лакоприступачног фосфора спектрофотометријски, валидована AL метода по Egner и Riehm

---

**Одређивање амонијум лактатног  $\text{K}_2\text{O}$ :** - одређивање лакоприступачног калијума пламенфотометријски, валидована AL метода по Egner и Riehm

---

**Одређивање укупних количина микроелемената и тешких метала:** микроталасно разарање земљишта са  $\text{ccHNO}_3$  и  $\text{H}_2\text{O}_2$  (5:1) , методом индиковане купловане плазме ICP - OES

---

**Одређивање приступачних количина микроелемената и тешких метала екстракцијом са EDTA:** EDTA Procedura BCR European Commission, JRC, CRM 484, методом индиковане купловане плазме ICP - OES

---

**Одређивање приступачних количина микроелемената екстракцијом са ДТРА:** према методи СРПС ИСО 14870:2004, методом индиковане купловане плазме ICP - OES

---

**Одређивање остатака пестицида:** екстракција пестицида из земљишта методом ЕПА 3540Ц, пречишћавање екстракта по методи ЕПА 3630Ц, анализа садржаја пестицида у добијеним екстрактима гаснохроматографски уз детекцију помоћу масеног детектора (МС) и детектора са захватом електрона (ЕЦД). ДМ8/1-3-082.

---

**Одређивање микробиолошких особина:** заступљеност и бројност испитиваних група микроорганизама одређена је индиректном методом разређења на одговарајућим хранљивим подлогама. Активност ензима дехидрогеназе одређена је спектрофотометријски по модификованој методи по Thalmann-у.

---

### 3. ФИЗИЧКЕ ОСОБИНЕ ЗЕМЉИШТА

Земљиште је површински део литосфере, који је под утицајем биосфере, хидросфере и атмосфере стекао ново квалитативно својство – плодност, тј. способност да снабдева биљке водом, минералним материјама и кисеоником. Земљиште је компликован медијум означен као полидисперзни систем састављен од чврсте, течне и гасовите фазе. Познавање физичких својстава земљишта је од већег значаја у односу на друга својства јер посредно и непосредно утичу на опште стање земљишта. Физичке особине представљају читав низ особина земљишта као што су водни, ваздушни и топлотни режим земљишта, па самим тим хемијска и биогена својства земљишта. Ова својства не служе само за добијање опште представе о земљишту него усмеравају наше активности ка његовом очувању и побољшању јер земљиште треба оставити потомству ако не у бољем, онда бар у онаком стању у каквом смо га зетекли.

#### 3.1 Сабијеност земљишта

Сабијеност је веома важно динамичко својство земљишта под којим се подразумева да пружа отпор продирању било каквог тврдог тела (Гајић и сар., 1997). Квантитативно може бити изражено силом која је потребна за утискивање радног дела инструмената, а изражава се у МПа ( $1 \text{ МПа} = 100 \text{ N/cm}^2$ ). Има важан еколошки значај јер сабијеност има улогу у обради земљишта и од ње зависи продирање корена биљака и активност земљишне фауне. Степен сабијености зависи од механичког и хемијског састава земљишта, садржаја воде, присуства скелета и др.

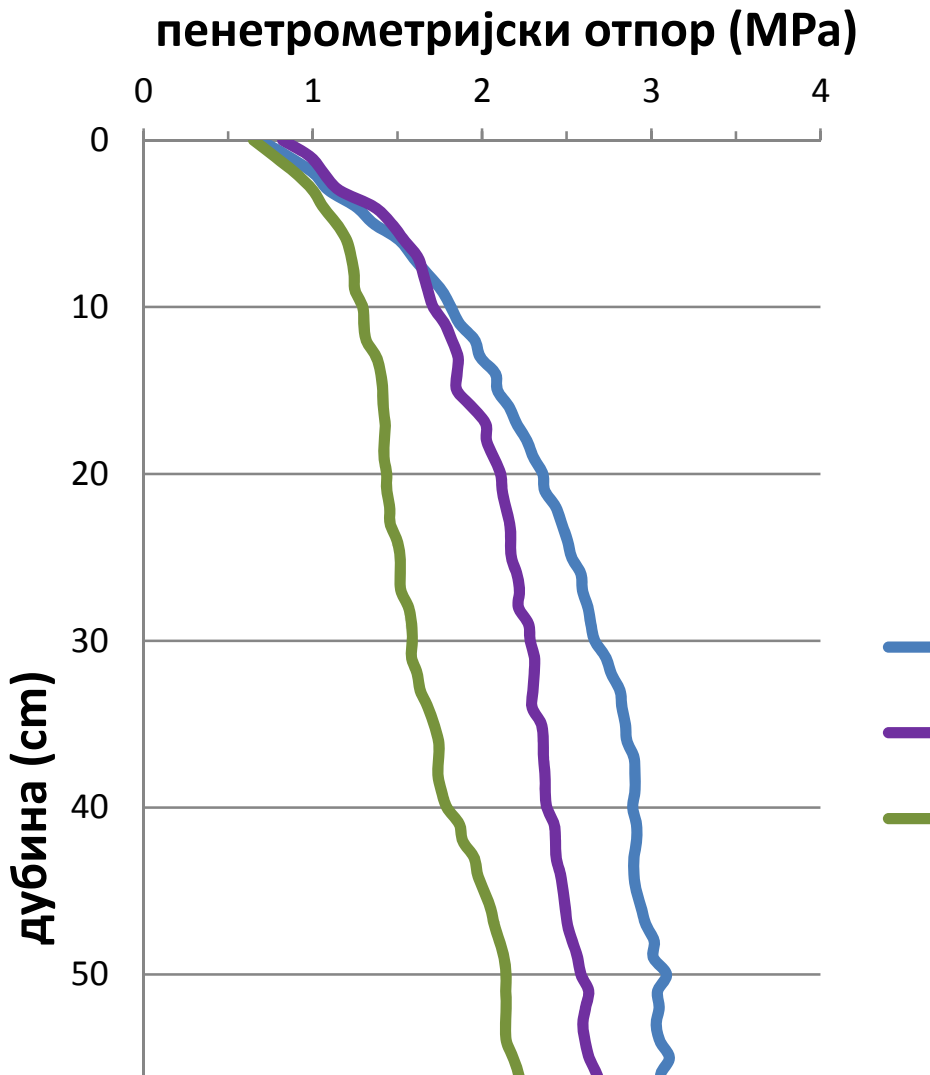
Када се земљиште подвргне притиску долази до сабијања, односно повећања његове густине. Како је земљиште врло сложен систем који се састоји од чврсте, течне и гасовите фазе, овај проблем је много сложенији него што на први поглед изгледа. Сабијање се одражава врло неповољно како на само земљиште, тако и на биљку, а с тим у вези и на биљну производњу. У извесним случајевима доводи до стварања анаеробних услова и стагнације воде у активној ризосфери, када долази до ограниченог развоја кореновог система, недостатка кисеоника, појаве читавог низа токсичних минералних и органских једињења, анаеробног и успореног разлагања органске материје, при чему азот остаје органски везан, лошег топлотног режима, појаве биљних болести посебно гљивичних, чијем развоју посебно погодују овакви услови. Услед овако неповољних услова, коренов систем је слабије развијен, плитак, осетљив на сушни период, а ефикасност усвајања хранљивих минералних материја је смањена.

У оквиру овог пројекта сабијеност је одређивана пенетрометром „Penetrologger“ холандске марке Eijkelkamp, а дубина мерења је била 80 cm. Граничне вредности сабијености земљишта су следеће:

оптимална сабијеност земљишта= **1,0 – 2,5 МПа**

умерено сабијено земљиште= **2,5 – 3,0 МПа**

високо сабијено земљиште= **3,0 – 5,0 МПа**



Графикон 2: Сабијеност (пенетрометријски отпор) земљишта за сваки cm дубине, просечне вредности за три категорије

У оквиру овог Пројекта подаци о сабијености су груписани у три категорије и изражени су просечно: воћњаци у експлоатацији, воћњаци у подизању и расадници. Разлике међу поменутим категоријама се јасно уочавају што се види на графикону 2. Најмањи просечни отпор измерен је у расадницима. До дубине од 40 cm се креће у вредности од 1 до 1,5 МПа, а од 40 cm до максималне дубине мерења од 80 cm вредности пенетрометријског отпора крећу се од 1,5 до 2 МПа. Највећи отпор измерен је у воћњацима у експлоатацији где се вредности до 40 cm крећу од 1,5 до 2,5 МПа, а преко 40 cm од 2,5 до 3 МПа. Средње вредности отпора евидентирани су на парцелама на којима је предвиђено да се подижу воћњаци. Разлог малој сабијености код расадника је тај што се земљиште код њих често обрађује. Пред свако заснивање свих категорија расадника врши се дубока, а у току вегетације и међуредна обрада. Код воћњака у експлоатацији, где је сабијеност највећа, дубока обрада се врши пред заснивање, док се после тога у току вегетације дубока обрада обавља веома ретко или се чак и не обавља. Парцеле предвиђене за заснивање воћњака су углавном коришћене за производњу једногодишњих биљних врста где је обрада чешћа него у воћњацима, а ређа него у расадницима, па сабијеност од тога директно зависи.



### 3.2 Механички састав

Механичке фракције земљишта чине групе честица блиских по величини, па се према томе механички састав дефинише као својство земљишта које подразумева садржај у њему свих механичких фракција изражен у процентима од масе сувог земљишта.

Чврста фаза земљишта је по својој природи полидисперзни систем састављен од честица најразличитијих димензија, од колоида (<0,002 mm) до шљунка (2-20 mm), па чак и камена (>20 mm), насталим у процесу педогенезе физичким, хемијским и биолошким разлагањем матичног супстрата. По Међународној класификацији механичких фракција земљишта, постоје две групе фракција: скелет и ситна земља. Фракције скелета су шљунак и камен, а ситне земље идући од најситније ка најкрупнијој, постоје следеће: глина, прах, ситан песак и крупан песак.

Механички састав спада међу најважније карактеристике земљишта. Од њега зависи водни, ваздушни и топлотни режим земљишта који даље утиче на хемијска и биолошка својства земљишта и на његову плодност. Он условљава интервал погодности земљишта за обраду и избор пољопривредне механизације. Са агрономског становишта, сматра се да су, према теорији (на жалост врло ретко у пракси), најбоља она земљишта која имају следећи однос фракција:

**песак : прах : глина = 40 % : 40 % : 20 %**

Песковита земљишта су лака за обраду, добро аерисана што стимулише раст корена. Међутим, она се врло брзо просушују након наводњавања због лошег капацитета за задржавање воде. Водорастворљива биљна хранива се лако испирају из зоне активне ризосфере (кореновог система).

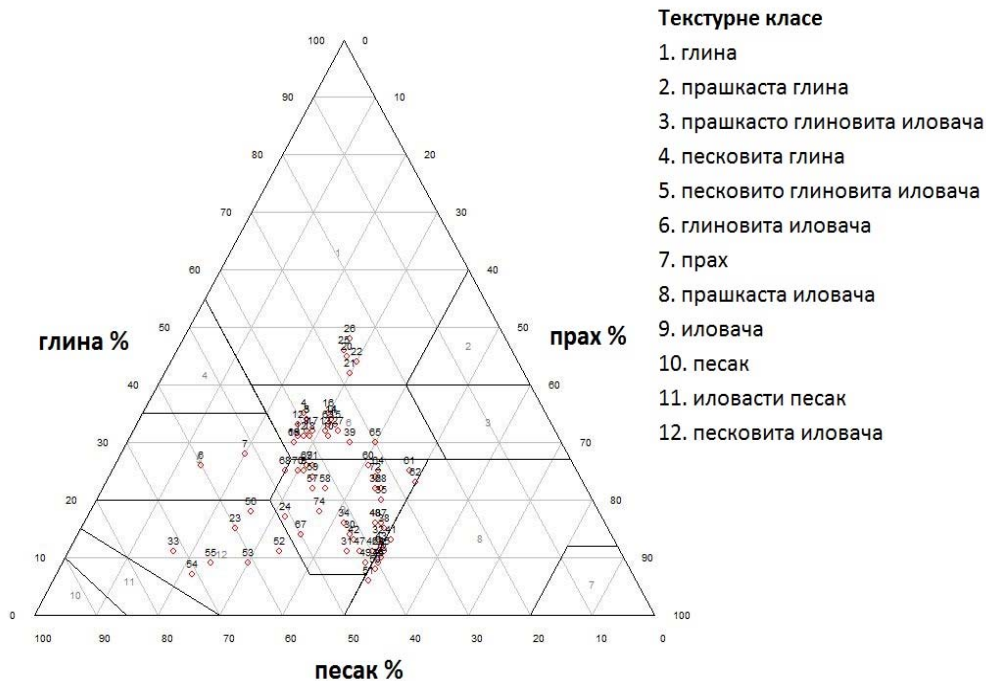
Тешка земљишта су састављена од врло малих честица које се чврсто уклапају са мањим бројем крупних међусобно повезаних пора. Оваква земљишта треба наводњавати са мањим бројем заливања од песковитих, али са већим заливним нормама. Глиновита земљишта су плодна јер имају већи капацитет адсорпције (cation exchange capacity - СЕС) и усвајају већу количину водорастворљивих биљних хранива (поготово калијума, калцијума и магнезијума). Међутим она су тешка, са кратким временским интервалом када је повољна влажност за обраду земљишта. Процеђивање сувишне воде, а тиме и аерација земљишта су отежани. У пролеће су дуго влажна и хладна што утиче на скраћење вегетационог периода дугогодишњих засада.

Иловаста земљишта садрже довољно ваздуха и воде, нису хладна, добро упијају воду и спроводе је кроз земљиште, нису тешка за обраду, имају интензивну микробиолошку активност и најзад, пружају добро станиште биљкама.

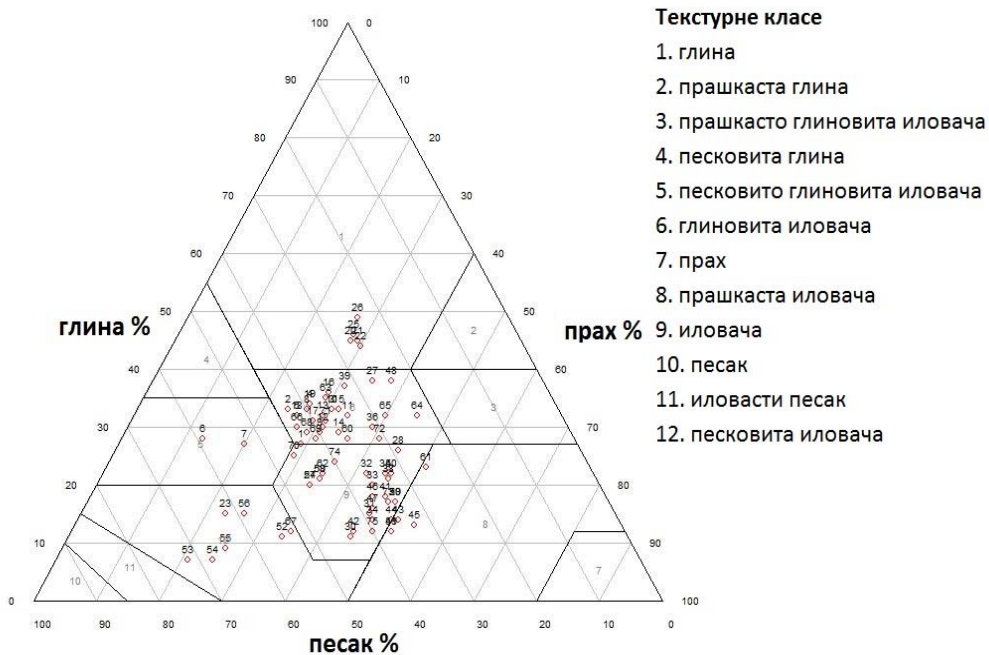


Графикон 3: Процентуални удео текстурних класа свих испитаних узорака

На основу резултата анализа узорака у оквиру Пројекта, испитивана земљишта у највећој мери припадају текстурним класама иловасте глине, прашкасте иловаче и глиновите иловаче према класификацији Међународног друштва за проучавање земљишта (International Society of Soil Science). На слици 1 шематски су приказане текстурне класе сваког узорка дубине од 0 до 30 cm, а на слици 2 од 30 до 60 cm, у зависности од односа фракција, према Америчкој класификацији (USDA, 1937). Тачке које представљају узорке се највише гомилају у пољима глиновите иловаче, иловаче и песковите иловаче у оба случаја.



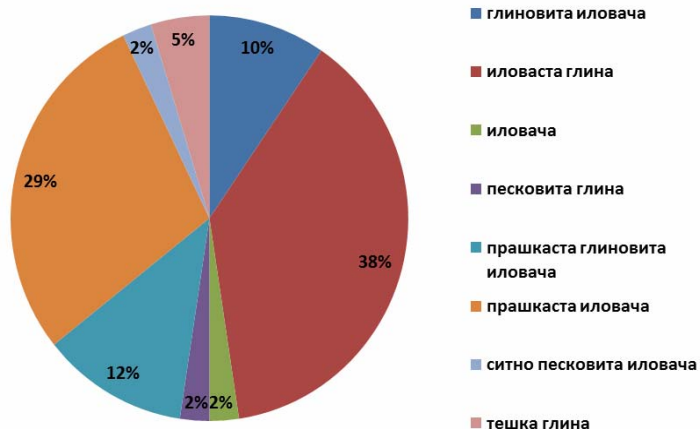
Слика 1: Текстурне класе испитиваних узорака, дубина 0 - 30 см, на основу Америчке класификације (Soil Survey Staff)



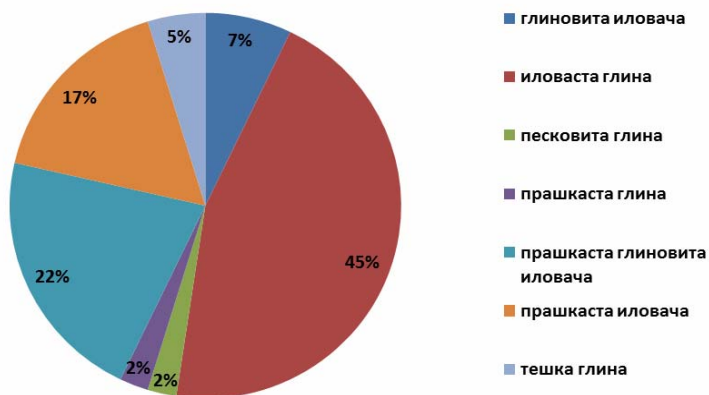
Слика 2: Текстурне класе испитиваних узорака, дубина 30 - 60 см, на основу Америчке класификације (Soil Survey Staff)



### 0-30 cm



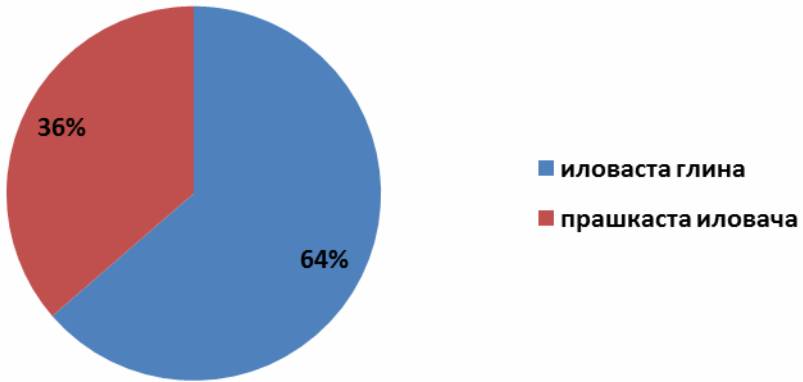
### 30-60 cm



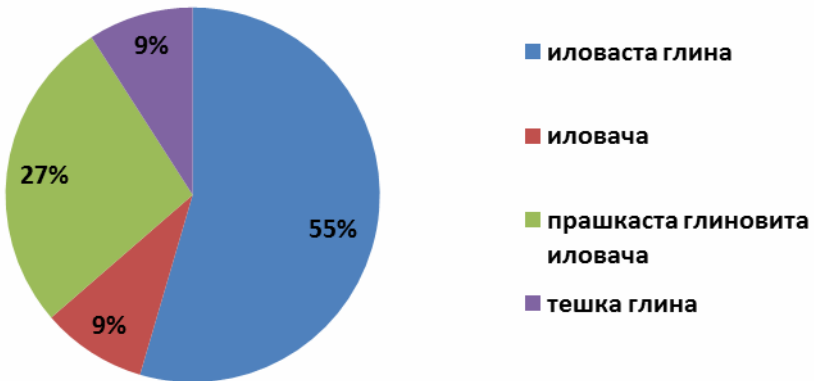
Графикон 4: Процентуални удео текстурних класа по дубинама у воћњацима у експлоатацији

У воћњацима у експлоатацији, као и у свим другим групама доминира иловаста глина. Заступљеност текстурних класа се мења са порастом дубине.

## 0-30 cm



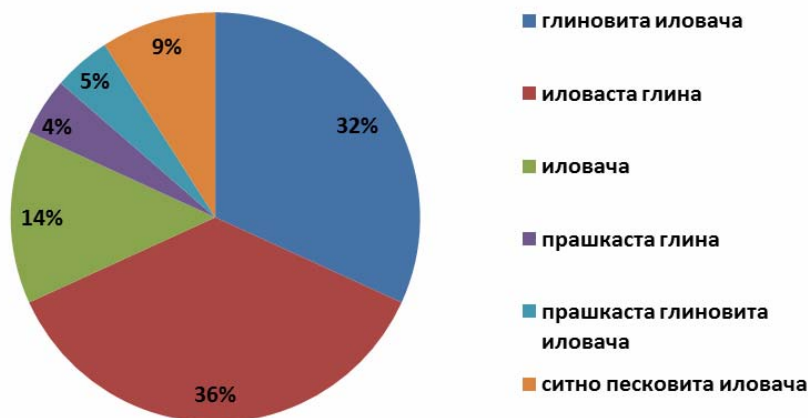
## 30-60 cm



Графикон 5: Процентуални удео текстурних класа по дубинама у воћњацима у подизању

На парцелама које су предвиђене за подизање воћњака, евидентирана је значајна разлика у механичком саставу између горњег (0 - 30 cm) и доњег слоја (30 - 60 cm). Претпоставља се да је то последица обраде само површинског слоја земљишта које је претежно било намењено за производњу једногодишњих усева пре заснивања воћњака.

## 0-30 cm



## 30-60 cm



Графикон б: Процентуални удео текстурних класа по дубинама у расадницима

Однос механичких фракција у земљиштима расадника, исти је у оба испитивана слоја. Разлог за то је чињеница да се у расадницима земљиште обрађује на већој дубини и много чешће него што се то изводи у воћњацима.

## 4. ОСНОВНА ХЕМИЈСКА СВОЈСТВА

### 4.1 Контрола плодности и узорковање земљишта

Узимање узорка земљишта које карактерише производња воћарских култура и винове лозе потребно је ради дефинисања статуса основних хранива који обухвата следеће анализе: реакција земљишта, садржај калцијум-карбоната, хумуса, укупног азота, лакоприступачног фосфора и калијума.

Време узорковања је дефинисано:

- пре основне обраде земљишта приликом заснивања расадника или подизања засада воћа
- у току експлоатације воћњака у периоду мировања вегетације (од јесени до пролећа)

Поред овог, узорковање земљишта може бити изведено у било ком периоду, ако желимо да утврдимо његов хранидбени потенцијал, утичемо на потенцијални или стварни проблем у исхрани биљака или утврђујемо присуство загађивача.

За давање препоруке о примени и правовременој употреби ђубрива у биљној производњи, потребно је резултате хемијских анализа садржаја хранива у земљишту упоредити са њиховим граничним вредностима обезбеђености. При томе, потребно је водити рачуна и о другим својствима земљишта (реакцији земљишта–рН, механичком саставу и др.). Из овог произилази да је тумачење резултата хемијске анализе земљишта веома сложен и одговоран посао, јер оно одређује не само количину, већ и врсту ђубрива, као и време и начин њихове примене. Отуда, да би препорука била стручно изведена, неопходно је добро познавање земљишта и климата тог рејона, као и захтева појединих сорти за одређеним хранљивим елементима, као и планираног нивоа производње.

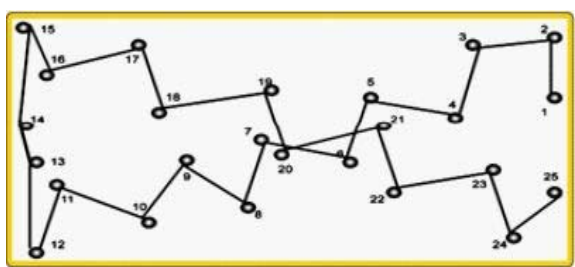
#### Основни принципи узорковања

Постоји више система узимања узорака земљишта, који се међу собом мање или више разликују, међутим сви имају заједнички основни принцип, а то је да узорак земљишта мора репрезентовати површину са које је узет. У даљем тексту биће описан начин узорковања који се највише примењује на овим просторима.

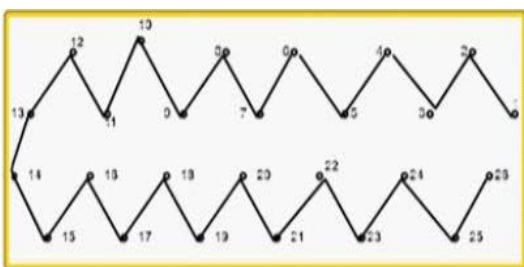
Приликом узорковања земљишта треба поћи од чињенице да земљиште није хомогена средина-систем, са израженим разликама по површини и дубини земљишног профила. Такође, на основу анализе од неколико грама до неколико стотина грама земљишта доноси се закључак о маси од око 4.000.000 kg колико заправо тежи слој земљишта дубине до 30 cm. Због тога се, приликом узимања узорака мора водити рачуна о начину узорковања, како би се остварила што реалнија слика стања посматраних особина земљишта за целу производну парцелу. Под производном парцелом се подразумева парцела која је у протеклих неколико година коришћена као једна целина (на целој површини иста биљна врста, уједначена агротехника—нпр. ђубрење, итд.).

Повећање прецизности анализе земљишта може се постићи искључиво повећањем броја појединачних узорака. Места са којих се узимају појединачни узорци морају бити правилно распоређена. Распоред може бити дијагоналан или шаховски (слика 3 а) и б) ).

а)



б)



Слика 3: Узимање узорака земљишта: а) дијагонални распоред, б) шаховски распоред

Саветује се узимање узорака по шаховском распореду, јер су места појединачних узорака правилније распређена по површини парцеле.

Просечан узорак земљишта потиче са производне парцеле површине максимално до 5 ха, уједначене по надморској висини и квалитету земљишта. Уколико је парцела неуједначена (по надморској висини, нагибу, боји и квалитету земљишта, гајеној биљној врсти...), број постојећих узорака зависиће од броја дефинисаних целина. Уколико је површина парцеле већа од 5 ха, парцела се дели на више делова са којих се узима просечан узорак земљишта. Просечан узорак у систему контроле плодности чини од 20 до 25 појединачних узорака.

Приликом контроле плодности земљишта (основна хемијска својства) за ратарску и повртарску производњу, узорци земљишта се узимају са дубине 0-30 см. Ова дубина одређена је пре свега дубином обраде земљишта и културом која се гаји. За потребе производње дрвенастих врста потребно је са истог места узети узорак са две дубине (0-30 и 30-60 см). Детаљнија упутства контроле плодности земљишта (основна хемијска својства) могу се преузети са сајта Института за ратарство и повртарство Нови Сад:

[http://www.nsseme.com/products/inc/lab/Uputstvo\\_uzorkovanje\\_zemljista.pdf](http://www.nsseme.com/products/inc/lab/Uputstvo_uzorkovanje_zemljista.pdf)

При узимању узорака пожељно је водити записник у који се уносе подаци: назив газдинства, ознаке парцеле, тип земљишта, број узорака, дубина са које је узет узорак, предкултура, подаци о ђубрењу парцеле, датум узимања узорака и име лица које је узело узорак. Ови подаци могу бити записани и на етикети која прати узорак.

## **4.2 Основни принципи исхране биљака у воћарству и расадничарству**

Ђубрење је један од најважнијих чинилаца у формирању приноса и квалитета у воћарској производњи. Само правилном исхраном биљака може се довести до потпуног испољавања достигнутог генетског потенцијала родности створених сорти, те до очекиваних приноса и жељеног квалитета. У биљној производњи, правилна исхрана биљака (ђубрење) може представљати 30-70% од свих фактора који утичу на процес производње, у зависности од еколошких услова и врсте гајених биљака. Међутим, за предузимање конкретних мера за повећање приноса и квалитета односно употребу ђубрива, треба знати потребе гајене врсте у хранивима, укупне количине хранива у земљишту, као и количине приступачне биљкама. На основу тога утврђују се и препоручују оне дозе ђубрива које ће бити рационалне и

допринети остварењу високих и стабилних приноса, и приноса доброг квалитета.

Ђубрење у пољопривреди треба усмерети у правцу обезбеђивања земљишта и правовременог снабдевања биљака са хранљивим материјама, водећи рачуна о њиховим губицима.

Коришћење органских ђубрива, као што је стајњак, зеленишно ђубриво и компост, мора чинити саставни део примене ђубрива. Ово је нарочито важно приликом заснивања засада као и у свим аспектима расадничарске производње. Уношењем органских ђубрива у значајној мери можемо допринети дугорочном подизању плодности земљишта његовој активности и стабилизацији хемијских и физичких особина.

У зависности од садржаја хранива, сматра се да 35 t стајњака (говеђег или свињског) представља оптималну границу за његову примену, узимајући вредности наведене у табели 2. Стајњак се сматра потпуним ђубривом, јер побољшава водно-физичке особине земљишта, структуру, микробиолошка својства, способност држања воде, пропустљивост за воду итд. С обзиром да су количине стајњака на простору Србије ограничене, преваходно услед смањеног сточног фонда, велику улогу у ђубрењу земљишта органском материјом могу имати компост и глисњак.

Табела 2: Садржај хранљивих материја у стајњаку (према различитим ауторима)

Врста стајњака	Маса животиње kg	Производња kg/жив/дан	Сува материја kg/t	Ефективна орг. мат. kg/t	Садржај хранива (%)				
					N	P	K	Ca	Mg
Говеђи	550	30-35	215	70	0,45	0,25	0,40	0,30	0,18
Коњски	500	25	310	100	0,65	0,13	0,52	0,21	0,11
Овчји	70	2,5	290	90	0,85	0,14	0,66	0,25	0,12
Свињски	80	2	230	64	0,45	0,20	0,60	0,80	0,15
Кокошји	2	0,07	530	140	1,50	1,40	0,50	1,10	-

Висину и квалитет приноса одређује онај производни чинилац који се налази у минимуму. То могу бити временски услови, ђубрење, обрада, као и само знање произвођача. Међу бројним чиниоцима, балансирање хранива представља један од најважнијих елемената приноса и квалитета производа у пољопривреди. Обезбеђеност земљишта биљним хранивима је различита, а често хранљивих елемената нема довољно за постизање високих и стабилних приноса биљака. Вубрењем се могу значајно повећати или смањити приноси.

Недостатак као и сувишак хранива подједнако неповољно утичу на принос и квалитет гајених биљака (графикон 7).



Зона А – сувише ниско, резултира slabим приносом,

Зона В – адекватна примена, максимални учинак и профитабилност,

Зона С – у сувишку, принос се не повећава, а ђубриво је “бачено”,

Зона D – прекомерна примена, смањује принос, има токсичан ефекат, загађује земљиште

Графикон 7: Зависност висине приноса од количине примењеног ђубрива

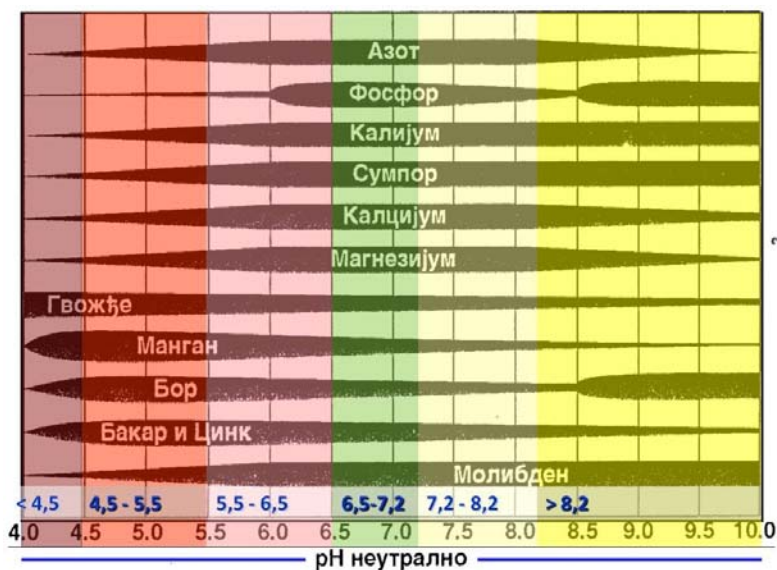
За правилан развој и плодношеће неопходни су следећи елементи: азот (N), фосфор (P), калијум (K), магнезијум (Mg), калцијум (Ca), сумпор (S), бор (B), хлор (Cl), бакар (Cu), гвожђе (Fe), манган (Mn), молибден (Mo) и цинк (Zn). Пре уношења додатних количина ових елемената, анализом треба установити њихово присуство у земљишту. Уношење већих количина од оних које су биљкама заправо потребне, непотребно повећава трошкове производње, а може довести и до опадања квалитета плода, појаве токсичности као и недостатака неких других елемената.

Недостатак или сувишак хранљивих елемената обично изазива одређене симптоме на биљци који указују на то да присуство појединих елемената није задовољавајуће. Уколико се познају типични симптоми, пажљивим прегледом биљака могу се идентификовати поремећаји у присуству минералних хранива. Нажалост, често је веома тешко успоставити правилну дијагнозу, пошто су “класични” симптоми недостатка или сувишка неких елемената међусобно веома слични и један исти симптом у воћњаку се може јавити у више облика. Дијагноза је додатно компликована када на стаблу истовремено постоји више симптома недостатка неколико хранљивих елемената.



Највећи проблем код идентификације недостатка или сувишка хранљивих елемената на основу симптома јесте тај што они указују да проблем већ постоји и огледа се у смањеном порасту, количини или квалитету рода. циљ ђубрења јесте да спречи проблеме који се јављају као последица неадекватног ђубрења и манифестују у облику одговарајућих симптома. Најчешће се јављају недостаци N и K, недостаци P, Mg, B, Mn и Zn јављају се спорадично, док се недостаци Ca, S, Cl, Cu, Fe и Mo ређе појављују.

Реакција земљишта (pH) представља један од основних чиниоца који утичу на приступачност хранива у земљишту. Најчешће настала, природним путем, у процесу формирања земљишта. Такође, стална примена неадекватних ђубрива може имати за последицу промену реакције земљишта. У зависности од pH вредности доступност одређених макро и микро елемената може бити ограничена или прекомерна и значајно може нарушити хемијске процесе у земљишту (графикон 8).



Графикон 8: Приступачност микро и макроелемената у зависности од реакције земљишта (Убавић и Богдановић, 2001)

Потребе биљака за хранљивим елементима и идентификација њихових недостатака могу се одредити путем анализе земљишта или биљног ткива и визуелно на основу одговарајућих симптома на биљци. Пошто сваки од ова три начина има своје предности и недостатке, треба их комбиновати и редовно примењивати.

### **4.3 Основни принципи приликом подизања воћњака са аспекта управљања земљиштем**

Подизање воћњака је сложен и одговоран посао коме се мора прићи крајње озбиљно. Имајући у виду да су воћке вишегодишње културе, грешке учињене при подизању засада касније се тешко отклањају или уз велике материјалне трошкове. Због тога приликом заснивања, нарочито савремених интензивних засада, пажњу треба посветити свим чиниоцима који директно или индиректно утичу на ову врсту производње.

Пре него што се приступи заснивању воћњака, морају се проучити природни услови средине и неки економски показатељи. Од природних услова средине посебно треба обратити пажњу на земљиште, климу и положај парцеле на коме ће бити подигнут воћњак, а од економских показатеља на близину саобраћајница, тржиште и могућност пласирања планиране производње. То су основни предуслови за добар избор воћне врсте, сорте, величине засада и односа појединих сорти у засаду. За воћњак треба бирати осунчане и положаје скривене од директног удара ветра. Добар показатељ избора места је и близина дуговечних, а још родних воћњака. Ако су сви ови услови испуњени, онда се приступа припреми земљишта за подизање засада.

Савремене засаде треба подизати само на земљиштима која су претходно приведена култури. Избегавати подизање воћњака на крчевинама старих засада или шума. Потребно је да се земљиште прво очисти од шибља, дугогодишњег корова, разних жила и извршити равнање терена како би се олакшала обрада земљишта и спречило задржавање воде у депресијама. Предност треба дати легуминозним биљкама које ће обогатити земљиште хранљивим материјама у року од неколико година (2-3 године), затим приступити заснивању воћњака. У том периоду ће се у земљишту смањити и садржај патогена који нападају коренов систем воћњака (нарочито важно ако се врши подизање засада на месту старог воћњака). На парцелама на којима се жели подићи воћњак, могу се годину дана пред садњу гајити ратарске културе које раније стижу или једногодишње легуминозне биљке које брзо расту и могу бити заоране приликом риголовања као зеленишно органско ђубриво.

Након уклањања припремног усева, пре основне обраде земљишта, потребно је урадити анализу плодности земљишта. Хемијском анализом земљишта одређују се основни параметри плодности земљишта: садржај хумуса, реакција земљишта, садржај слободног карбоната, садржај укупног азота и садржај лакоприступачног фосфора и лакоприступачног калијума. На основу ових резултата одређује се ниво хранива и дефинише количина потребног

ђубрива. Уколико садржај хранива не одговара оптималним вредностима потребно је извршити поправку или мелиоративно ђубрење земљишта. Мелиоративно ђубрење има за циљ депоновање веће количине хранива у зону кореновог система, односно ђубрење на резерву и поправљање земљшних карактеристика на дужи временски период. Оно често обухвата уношење веће количине минералног ђубрива, веће количине стајњака а у случају киселих земљишта и веће количине кречног средства.

Када се изврши растурање органских и минералних ђубрива, приступа се риголовању или дубоком орању земљишта. Дубина орања зависи од воћне врсте која се сади, подлоге и типа земљишта. Дубина риголовања се обично креће од 40 до 70 см. Оно се обавља плуговима риголерима. Уколико је оранични слој плитак, препоручује се обрада орањем до 30 см, а затим подривање целе површине на дубину од 60 до 70 см. Уколико се не поседују плугови за риголовање, онда треба користити једнообразни плуг и извршити што дубље орање. Не треба риголовати превише влажно или суво земљиште, већ најбоље умерено влажно. У случају терена под већим нагибом мора се приступити прављењу тераса или вршити риголовање у правцу редова ширине 2-3 m. Риголовање је најбоље обавити у августу или септембру, међутим могуће га је обавити и у октобру, па и почетком новембра ако временски услови то допуштају. После риголовања земљиште треба оставити 1–2 месеца да се лагано слегне. По слегању земљишта, ако се садња обавља у јесен, треба обавити фину припрему земљишта. Ако се садња врши у пролеће, тада се фина припрема обавља у току фебруара или почетком марта. Изриголована површина прво се припрема тешким тањирачама, а непосредно пред садњу се пролази сетвоспремачом или дрљачама.

У овом делу текста наведени су основни фактори (први кораци) које треба испунити приликом заснивања засада у смислу рекогносцирања терена, испитивања и припреме земљишта. За успешну воћарску производњу, нарочито интензивног типа, потребно је задовољити још значајан број фактора нпр.: сортимент, одабир подлога и опрашивача, размак садње, избор потпоре и узгојног облика, систем противградне мреже, систем за наводњавање, система заштите од мраза и система фертигације. Због свега овог, саветујемо да се при заснивању интензивног воћњака изврши консултација или изведе студија са неким од проверених стручњака по питању потребне биљне врсте са пољопривредних факултета или специјализованих пољопривредних служби.

## - Основна хемијска својства

Резултати истраживања, односно коментари плодности земљишта, у овом Пројекту, приказани су анализом следећих хемијских својстава земљишта: садржај слободног калцијум-карбоната ( $\text{CaCO}_3$ ), рН реакције земљишта, обезбеђености земљишта хумусом, азотом и обезбеђености лакоприступачним фосфором и калијумом ( $\text{P}_2\text{O}_5$  и  $\text{K}_2\text{O}$ ), (табеле 3, 4 и 5). Груписање података извршено је у односу на начин коришћења земљишта и дубину узорковања. Учешће узорака у свакој од категорија (засади у експлоатацији, засади у заснивању и расадници) дати су у графикону 1. Такође, табелама 3, 4 и 5 приказане су кретања (вредности) свих анализираних показатеља плодности земљишта – основних хемијских својстава.

Табела 3: Резултати основних хемијских особина испитиваног земљишта (воћњаци у експлоатацији земљиште)

хемијска анализа	рН		$\text{CaCO}_3$ %	Хумус %	Укуп. N %	AL- $\text{P}_2\text{O}_5$ mg/100g	AL- $\text{K}_2\text{O}$ mg/100g
	у KCl	у $\text{H}_2\text{O}$					
дубина земљишта 0-30 cm							
минимум	3,78	5,24	0,00	1,23	0,11	0,30	8,20
максимум	7,00	7,94	3,75	3,76	0,26	50,20	38,60
средња вредност	4,80	6,11	0,29	1,99	0,16	8,37	19,80
станд. девијација	0,89	0,67	0,68	0,58	0,03	11,28	8,04
дубина земљишта 30-60 cm							
минимум	3,66	5,10	0,00	0,69	0,07	0,20	8,60
максимум	7,24	8,08	4,55	3,75	0,26	29,30	30,50
средња вредност	4,68	6,07	0,29	1,38	0,12	4,64	14,44
станд. девијација	0,96	0,74	0,81	0,56	0,03	6,65	4,65

Табела 4: Резултати основних хемијских особина испитиваног земљишта (заснивање засада)

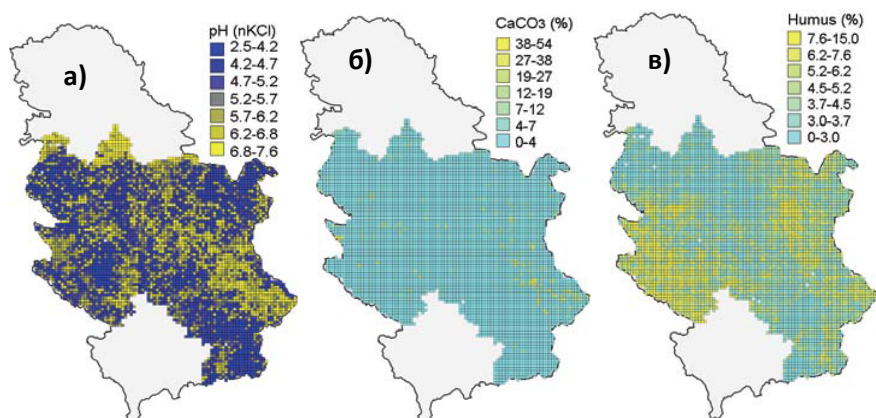
хемијска анализа	рН		СаСО <sub>3</sub> %	Хумус %	Укуп. N %	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	AL-K <sub>2</sub> O mg/100g
	у KCl	у H <sub>2</sub> O					
дубина земљишта 0-30 cm							
минимум	3,94	5,37	0,00	0,97	0,09	0,60	11,80
максимум	6,94	7,49	1,10	2,55	0,19	15,60	19,50
средња вредност	5,09	6,29	0,23	1,92	0,15	3,99	14,95
станд. девијација	0,87	0,67	0,36	0,58	0,03	4,80	2,53
дубина земљишта 30-60 cm							
минимум	3,80	5,46	0,00	0,77	0,08	0,20	8,60
максимум	7,22	8,13	4,97	2,26	0,17	18,20	19,10
средња вредност	5,00	6,39	0,64	1,40	0,12	3,58	12,18
станд. девијација	1,07	0,86	1,55	0,48	0,03	5,43	2,94

Табела 5: Резултати основних хемијских особина испитиваног земљишта (расадници)

хемијска анализа	рН		СаСО <sub>3</sub> %	Хумус %	Укуп. N %	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	AL-K <sub>2</sub> O mg/100g
	у KCl	у H <sub>2</sub> O					
дубина земљишта 0-30 cm							
минимум	4,25	5,86	0,00	1,02	0,09	0,40	10,90
максимум	7,37	8,19	2,48	2,72	0,20	26,40	39,50
средња вредност	6,24	7,38	0,92	1,72	0,14	10,22	20,25
станд. девијација	0,97	0,77	0,82	0,43	0,03	6,94	6,18
дубина земљишта 30-60 cm							
минимум	4,04	5,88	0,00	0,59	0,06	0,40	8,60
максимум	7,29	8,33	5,51	2,59	0,33	26,40	28,20
средња вредност	6,26	7,44	1,15	1,44	0,13	7,11	16,65
станд. девијација	0,99	0,74	1,31	0,43	0,05	5,78	5,02

## 4.4 pH реакција и sadržaj slobodnog kalcijum-karbonata

Rezultati ispitivanja supstitucijske kiseline potvrđuju poznatu činjenicu da u Srbiji dominiraju zemljišta kisele reakcije. Pojava kiselih zemljišta u Srbiji je prvenstveno vezana za geološki supstrat i druge prirodne činioce. Ispitivanja sa područja centralne Srbije (Izveštaj o stanju zemljišta u Republici Srbiji, Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja, Agencija za zaštitu životne sredine, 2009) pokazuju da su jako kisele zemljišta najčešće pod šumama i travnom vegetacijom (71 %). Od ukupnog broja uzoraka na poljoprivrednom zemljištu, 27 % je jako kisele reakcije, a od ukupnog broja uzoraka pod oranicama, baštama i višegodišnjim zasadima, 23 % je jako kisele reakcije. (slika 4)



Слика 4: а) вредности супституционе киселости на испитиваном подручју рН у КСl;

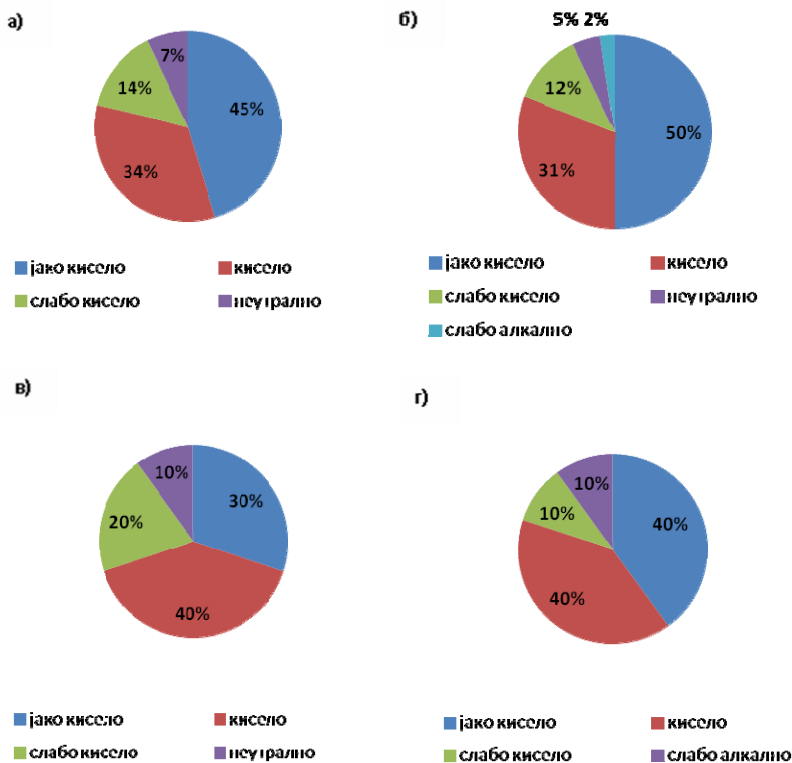
б) садржај СаСО<sub>3</sub>%

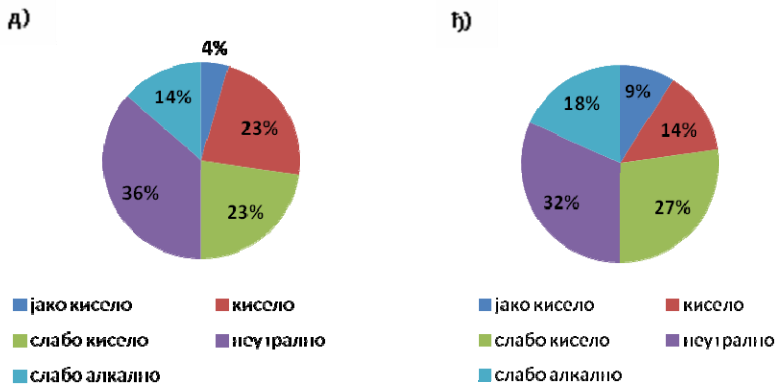
в) садржај хумуса %

(Извештај о стању земљишта у Републици Србији, Министарство животне средине и просторног планирања, Агенција за заштиту животне средине, 2009)

Реакција земљишта је од изузетног значаја за правилну примену ђубрива. Она утиче и на избор ђубрива, њихове дозе, усвајање и др. Земљишна рН вредност утиче на доступност хранљивих материја биљкама, а недостаци многих од њих могу се избећи ако се рН одржава између 6,0 и 7,0 рН јединица. Недостатак или сувишак појединих хранљивих елемената најчешће се јавља када је рН вредност ван ових граница (графикон 8). Ниска рН вредност може бити природна особина земљишта или последица сталне примене киселих азотних ђубрива.

Просечни резултати истраживања земљишта посматраних парцела показују да су земљишта киселе реакције највише заступљена. Прве три класе киселих земљишта, на посматраним парцелама које су предвиђене за подизање засада или су већ у експлоатацији, у класификацији чине удео од преко 90 % у укупном уделу свих узорака. Највећи број узорака на земљиштима под воћњацима налази се у класи јако киселих земљишта ( $pH < 4,5$ ), преко 45 %, са просечном вредношћу за две дубине од 4,74. На земљиштима предвиђеним за заснивање засада највећи удео чини група киселих земљишта ( $pH$  у интервалу од 4,5 до 5,5) и износи 40 %. Код парцела који се користе за расадничку производњу дистрибуција узорка по класама различита је у односу на прве две групе посматрања. Најзаступљенију класу чине неутрална земљишта (34 %) и слабо кисела (25 %) што нам говори о значајним могућностима поправке реакције земљишта на посматраним земљиштима (графикон 9).





Графикон 9: Процентуална заступљеност узорака земљишта у различитим класама обезбеђености за рН вредност:

- а) воћњаци у експлоатацији-дубина 0-30 cm;
- б) воћњаци у експлоатацији - дубина земљишта 30-60 cm;
- в) воћњаци у подизању - дубина земљишта 0-30 cm;
- г) воћњаци у подизању - дубина земљишта 30-60 cm;
- д) расадници - дубина земљишта 0-30 cm;
- ђ) расадници - дубина земљишта 30-60 cm

Земљишта неутралне и алкалне реакције, у укупном распореду узорака, веома су мало заступљена. За испитиване парцеле које спадају у групу воћњака под експлоатацијом и земљишта предвиђена за садњу ни један од узорака неприпада класи алкалне реакције. Највећи удео алкалних, слабоалкалних и неутралних земљишта забележен је на парцелама расадничке производње. Карактеристично је да је у слоју земљишта 30-60 cm овај удео нешто већи у односу на површински слој, што је и логично с обзиром на дистрибуцију слободног  $\text{CaCO}_3$  у земљишном профилу. Реакција земљишта на посматраним парцелама је у значајној корелацији са садржајем слободног  $\text{CaCO}_3$ .

Садржај овог хемијског једињења има значајну улогу код примене органских и минералних ђубрива. Калцијум-карбонат утиче директно и индиректно на дејство унетих ђубрива, мења рН вредност земљишта. Његово присуство у земљишту има посебан значај у примени фосфорних ђубрива и неких микроелемената. Такође, поред парцела предвиђених за ратарске и повртарске културе, велику пажњу на присуство  $\text{CaCO}_3$  у земљишту треба обратити приликом подизању засада. Калцијум-карбонат често ограничава



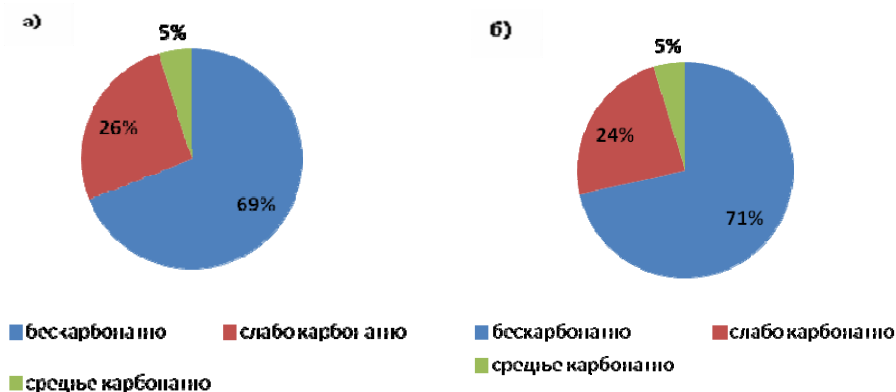
производњу, izazivajuћи nedostatak nekih neophodnih mikroelemenata (gvoždja, cinka i dr.).

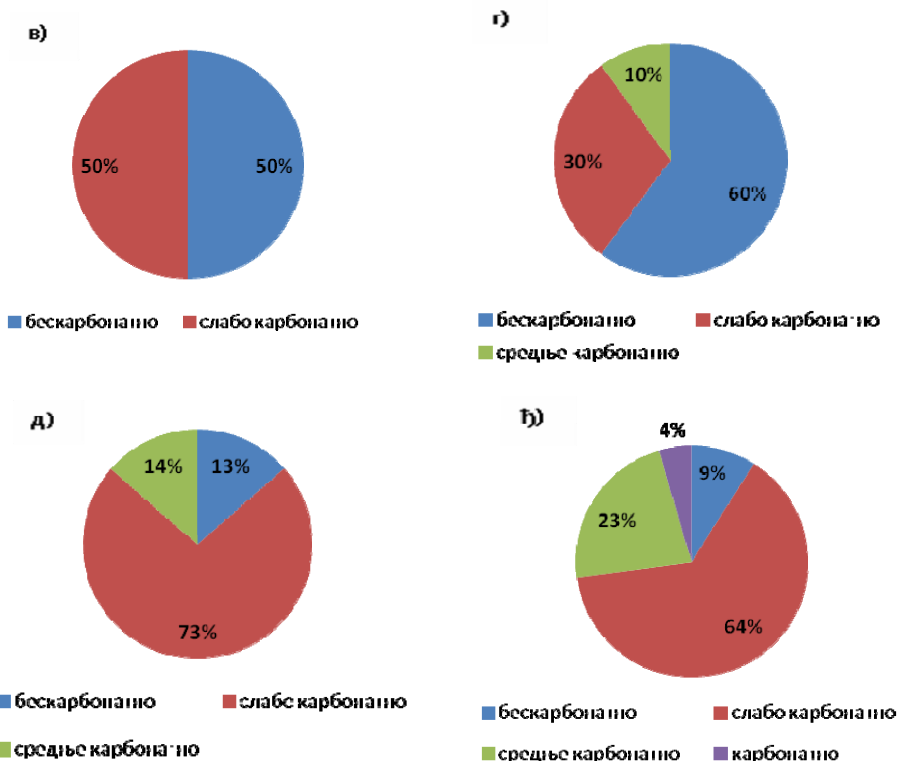
Prema sadržaju kalcijum-karbonata, zemljišta se mogu grupisati u četiri grupe: beskarbonatno (0 %), slabo karbonatno (0-5 %), srednje karbonatno (5-10 %) i jako karbonatno (> 10 %).

Sadržaj  $\text{CaCO}_3$  za analizirane uzorke (parcele) sa ispitivanih područja kreće se u rasponu od 0,00 do 4,97 %. Najveći broj uzoraka koji odgovaraju beskarbonatnim zemljištima nalazi se na zemljištu pod voćnjacima i to čak 70 % (slične vrednosti za obe dubine). U pogledu zastupljenosti slabo karbonatnih zemljišta dominiraju parcele iz rasadničarske proizvodnje. Najveći broj parcela koje možemo okarakterisati kao karbonatna (slabo karbonatno, srednje karbonatno) zastupljena su kod rasadnika proizvodnje 30-60 cm, kod kojih se jedino pojavljuje klasa karbonatnih zemljišta od 4% (grafikon 10).

Pretpostavlja se da je sadržaj slobodnog kalcijum-karbonata na ovim parcelama rezultat antropogenog uticaja, odnosno posledica poboljšanja zemljišta sa aspekta poljoprivredne proizvodnje (grafikon 10).

Uticaj niskog sadržaja  $\text{CaCO}_3$  u zemljištu ogleda se, pre svega, preko smanjenog pozitivnog uticaja  $\text{Ca}^{++}$  jona na strukturu zemljišta. Nizak sadržaj slobodnog kalcijum-karbonata najčešće je povezan sa kiselim reakcijom zemljišta. Zbog toga, na parcelama koje spadaju u beskarbonatnu i slabo karbonatnu klasu zemljišta (narocito kisele reakcije) treba koristiti formuluaciju đubriva koja u sebi sadrže kalcijum, npr. prilikom primene azotnih đubriva primenivati KAN kao fiziološki alkalno đubrivo.





Графикон 10: Процентуална заступљеност узорака земљишта у различитим класама обезбеђености за садржај калцијум карбоната:

- а) воћњаци у експлоатацији - дубина 0-30 cm;
- б) воћњаци у експлоатацији - дубина земљишта 30-60 cm;
- в) воћњаци у подизању - дубина земљишта 0-30 cm;
- г) воћњаци у подизању - дубина земљишта 30-60 cm;
- д) расадници - дубина земљишта 0-30 cm;
- ђ) расадници - дубина земљишта 30-60 cm

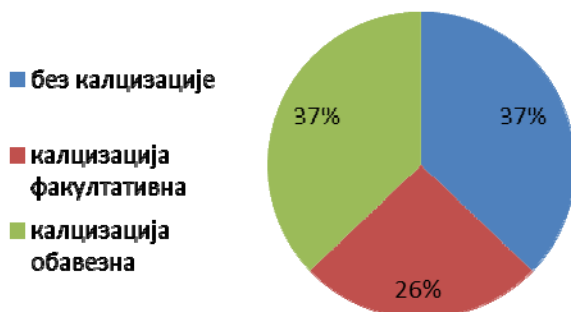
На парцелама јако киселе и киселе реакције земљишта уз, најчешће, одсуство слободног  $\text{CaCO}_3$ , може се појавити недостатак калцијума. Такође, код гајених биљака, у појединим фенофазама, када је усвајање хранива најинтензивније, могуће је очекивати и смањену приступачност појединих микро и макро елемената у највећој мери: магнезијума, молибдена, фосфора и др.

На оваквим парцелама препоручује се мелиоративна мера калцизације. Калцизација представља примену кречног средства на киселим земљиштима у циљу подизања рН вредности и садржаја  $\text{CaCO}_3$ .

Калцизацијом киселих земљишта се повећава приступачност хранљивих елеманата гајеним биљкама, смањује токсичност алуминијума и/или мангана, побољшава се структура земљишта, а као резултат свега овога се повећавају приноси гајених биљака.

Веома је битно утврђивање тачне количине кречног средства које треба применити, како не би дошло до негативних ефеката применом већих количина од потребних.

За потребе одређивања тачне количине кречног средства у овом пројекту извршена је додатна анализа земљишта - испитивање потенцијалне хидролитичке киселости (Н). Резултати ове анализе земљишта су указали да је на 37 % испитиваних парцела калцизација неопходна, а на 26 % испитиваних парцела факултативна мелиоративна мера (графикон 11).



Графикон 11: Процентуални удео парцела на којима треба извршити калцизацију

Калцизацијом се микробиолошка активност у земљишту повећава, а тиме и минерализација хумуса. Због тога је неопходно да се са калцизацијом упоредо врши и ђубрење органским ђубривима, како би се избегло исцрпљивање и пад продуктивности земљишта због смањења садржаја хумуса. Нарочито је важно да се приликом употребе калцизационог средства његова препоручена количина уноси постепено, у неколико фаза (неколико година). Такође је обавезно да калцизација буде праћена уношењем органског стајског ђубрива, како би ефекат примене кречног средства био већи.

## 4.5 Садржај органске материје - хумуса

Важан показатељ плодности земљишта представља садржај и квалитет хумуса. Хумусне материје адсорбују већину катјона у приступачном облику за биљке, извор су хранљивих материја, везују неке штетне елементе у неприступачне облике (Al, Cu, Pb) повољно утичу на структуру и микробиолошку активност земљишта.

Хумус је значајан састојак земљишта, јер представља извор хранљивих материја и фактор за очување плодности земљишта. Његовом минерализацијом у земљишни раствор прелазе хранљиви елементи. Колоиди хумуса адсорбују већину хранљивих елемената и постепено их стављају биљкама на располагање. Земљишта богата хумусом су, по правилу, плоднија.

Према садржају хумуса, земљишта под воћњацима су груписана у четири групе: врло слабо хумозна <1%, слабо хумозна 1-2%, хумозна 2-4%, јако хумозна > 4% (графикон 12).

Испитивање са простора централне Србије (слика 4 в) од стране Агенције за заштиту животне средине из 2009. године наводи да око 2,7% узорака има веома низак садржај органске материје - испод 1,5 %, 26 % узорака од 1,5 до 3 % хумуса, док је највећи део добро обезбеђен хумусом. Око 30 % од укупног броја узорака има више од 5 % хумуса и то су најчешће планинска земљишта под шумом или травном вегетацијом. Ово указује на висок потенцијал земљишта на простору централне Србије и генерално добру обезбеђеност хумусом.

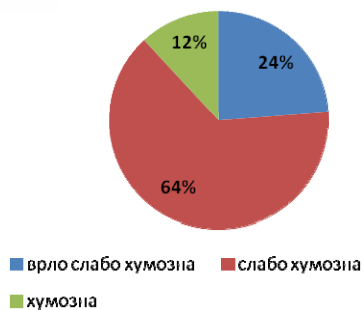
Међутим, на земљиштима где се обавља интензивна биљна производња вредности садржаја хумуса значајно одступају у односу на ово истраживање. Испитиване површине, без обзира на начин искоришћавања и дубину посматрања представљају слабо хумозна земљишта и то у опсегу од чак 50 до 88 %.

Највећи проценат узорака у хумозној класи 50 % и 20 % (0-30 и 30-60cm) карактеристичан је за земљишта која су предвиђена за подизање засада најчешће јер ова земљишта нису у континуираном систему обраде те су процеси хумификације интензивнији и у већини случаја целокупна продукција органске материје остаје на месту производње.

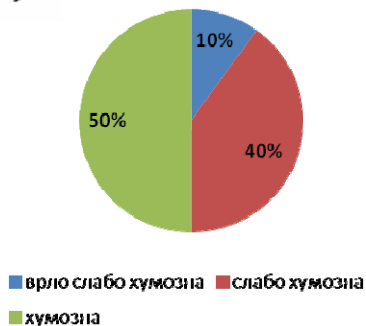
а)



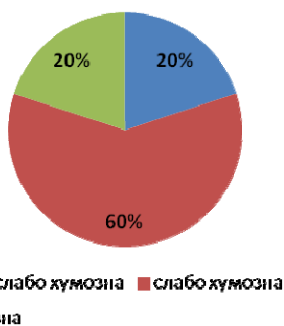
б)



в)



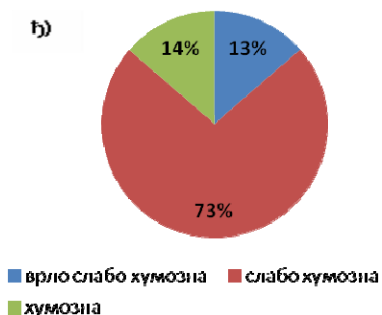
г)



а)



б)



Графикон 12: Процентуална заступљеност узорка земљишта у различитим класама обезбеђености за садржај хумуса:

а) воћњаци у експлоатацији - дубина 0-30 см;

б) воћњаци у експлоатацији - дубина земљишта 30-60 см;

в) воћњаци у подизању - дубина земљишта 0-30 см;

- г) воћњаци у подизању - дубина земљишта 30-60 cm;
- д) расадници - дубина земљишта 0-30 cm;
- ђ) расадници - дубина земљишта 30-60 cm

Са порастом дубине, на свим посматраним локалитетима, односно групама производње, карактеристично је повећање класе слабо хумозних и врло слабо хумозних земљишта. Међутим, код парцела које су у систему расадничарске производње садржај хумуса на дубини земљишта 30-60 cm је већи у односу на прву дубину. Такође, ако се дистрибуција обезбеђености хумусом сагледа са становишта заснивања и воћњака у производњи може се уочити да је обезбеђеност хумусом на парцелама предвидјеним за подизање засада знатно већа у оба слоја земљишта.

Смањен садржај хумуса најчешће је појава узрокована изостављањем ђубрења органским ђубривима и спаљивањем жетвених остатака у дужем временском интервалу. То као последицу има мању могућност минерализације хумуса и тиме ослобађање минералних хранива.

Ђубрење земљишта неким од органских ђубрива има за циљ повећање садржаја хумуса. Уношење органских ђубрива има изузетну важност у воћарској производњи, поготово ако се ради о интензивним засадима. Ако желимо стабилизovati хемијске и биолошке особине земљишта и висину оствареног приноса, треба свакако примењивати расположива органска ђубрива, не само као извор биогених елемената, него и као регулатор водно-ваздушних, биолошких и хемијских особина земљишта.

## **4.6 Садржај макрохранива**

Фосфор има важну улогу у фотосинтези и дисању биљака. Фосфор улази у састав беланчевина и низа фермената и витамина, помаже формирању цветних пупољка и убрзава сазревање плодова, чиме се повећава трајност плодова при чувању и отпорност према мразу.

Мањак фосфора успорава стварање цветних и лисних пупољка, као и развој младара. Ново лишће је усправно, тамније зелено и не достиже нормалну величину. Касније лишће добија љубичасто-црвену нијансу, нарочито петељка и нерватура ближа њој. Изражено је у време хладнијих пролећа и лета. Плодови бивају неугледни, без чврстине. Вишак фосфора не утиче негативно на биљке, али може изазвати мањак цинка.

Калијум узима учешће у дисању, фотосинтези, синтези и беланчевинама, витаминима и др. Заједно са фосфором утиче на искоришћавање и метаболизам азота, па тако смањује његово штетно дејство. Недостатак се првенствено огледа у жутилу ткива дуж ивица листова. Иако сувишак калијума сам по себи није токсичан за биљку, велике количине овог елемента у земљишту могу инхибирати усвајање Mg или Ca и на тај начин довести до њиховог недостатка.

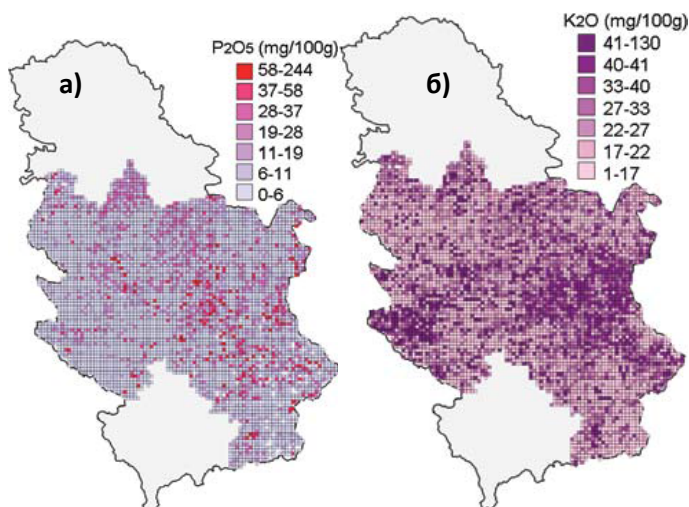
Груписање земљишта на основу садржаја биљкама приступачног фосфора и калијума је од непроцењивог значаја за примену фосфорних и калијумових ђубрива. Ранија пракса у давању препорука за ђубрење овим елементима, користила је класе исте обезбеђености земљишта по AL-методи и за ратарске и повртарске биљне врсте, као и за дрвенасте вишегодишње биљне врсте, што је доводило до одређених грешака. Отуда је долазило до низа непожељних појава у засадима воћњака и винограда, а најчешће до појаве хлорозе изазване недостатком гвожђа. Досадашња научна испитивања и наша практична искуства говоре, бар кад је реч о фосфору, да су ти нивои далеко нижи за воћке и винову лозу, него за ратарске културе, поготово, ако се зна да је изношење фосфора приносима воћака и винове лозе знатно ниже, него код ратарских биљака (табела 6).

Оптимални нивои се не могу дати једном бројком. Они зависе од низа чинилаца: механичког састава и pH вредности, садржаја CaCO<sub>3</sub>, те осталих хемијских и физичких особина земљишта, који се при њиховом тумачењу морају узети у обзир.

Табела 6: Нивои обезбеђености земљишта лакоприступачним фосфором и лакоприступачним калијумом (у mg / 100 g земљишта) за дрвенасте воћне врсте

Оцена нивоа обезбеђености	Вишегодишњи засади	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Врло низак (мелиоративан)	< 4	< 7
Низак	4 до 8	7 до 15
Средњи	8 до 12	15 до 20
Оптималан	12 до 16	20 до 30
Висок	16 до 20	30 до 35
Врло висок	>20	>35

Анализирањем узорака из овог пројекта уочава се слична дистрибуција као и код истраживања спроведеног од стране Агенције за заштиту животне средине (Извештај о стању земљишта у Републици Србији, Министарство животне средине и просторног планирања, Агенција за заштиту животне средине, 2009). Испитивање је показало да је на већем делу подручја централне Србије снабдевеност земљишта приступачним фосфором слаба, 61 % узорака има веома низак садржај ( $\leq 6$  mg/100g) и 13 % низак садржај  $P_2O_5$  (6 до 10 mg/100g) (слика 5 а). Насупрот, садржај лакоприступачног калијума  $K_2O$  који се код већине посматраних узорака у овом истраживању налази изнад 17 mg/100g што нам указује на геолошко порекло овог елемента у земљиштима Србије.

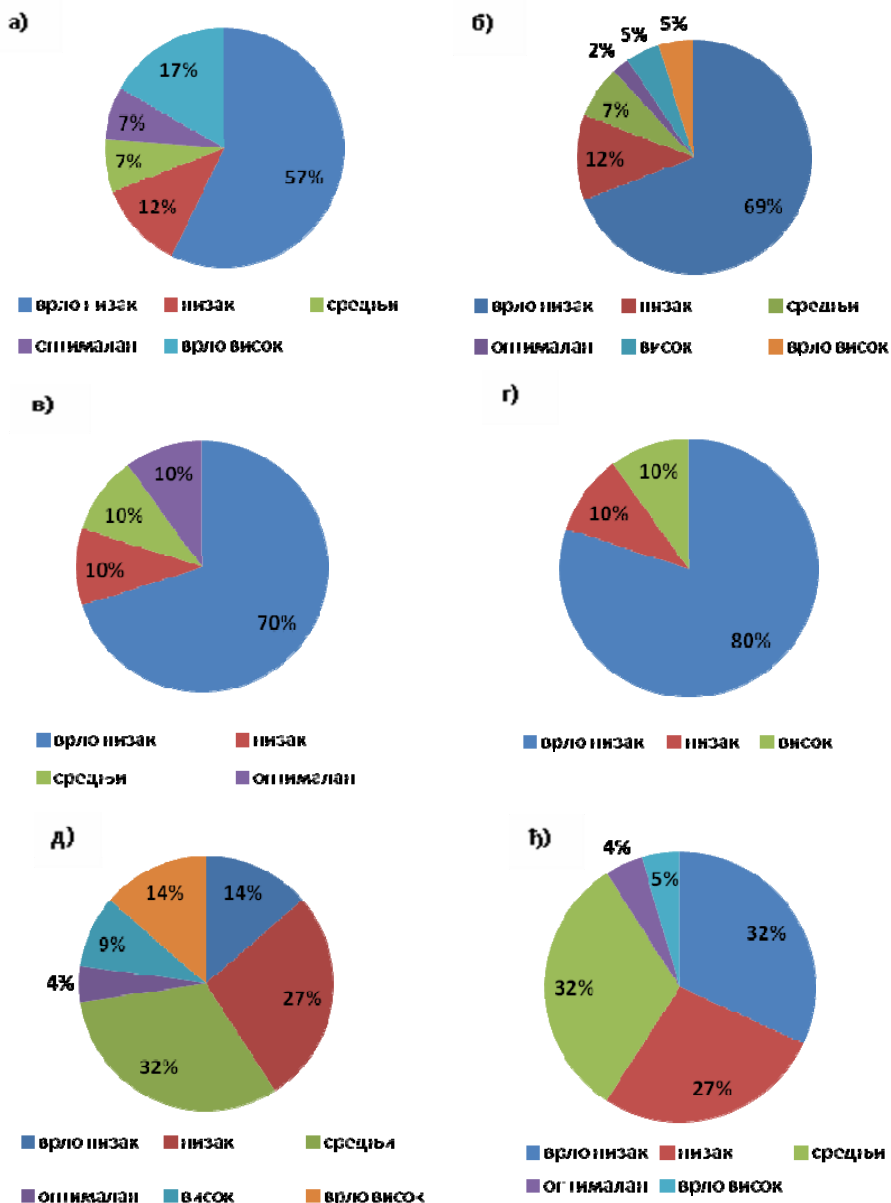


Слика 5 а) обезбеђеност земљишта приступачним  $P_2O_5$  (mg / 100 g) и б) обезбеђеност земљишта приступачним  $K_2O$  (mg / 100 g) (Извештај о стању земљишта у Републици Србији, Министарство животне средине и просторног планирања, Агенција за заштиту животне средине, 2009)

Садржаја лакоприступачног фосфора на испитиваним подручјима значајно варира, у распону од 0,3 до 50,2 mg / 100 g (табела 3, 4 и 5). Забрињавајуће је да чак од 41 до 90 % узорака, ако посматрамо све слојеве земљишта, спада у врло ниску и ниску класу обезбеђености, док од 5 до 14 % узорака, без обзира на порекло парцела, припада класама са врло високим садржајем овог макрохранива (графикон 13). Такође, карактеристично је знатно



повећање удела врло ниских и ниских класа обезбеђености са дубином земљишног профила.



Графикон 13: Процентуална заступљеност узорака земљишта у различитим класама обезбеђености за садржај лакоприступачног фосфора:

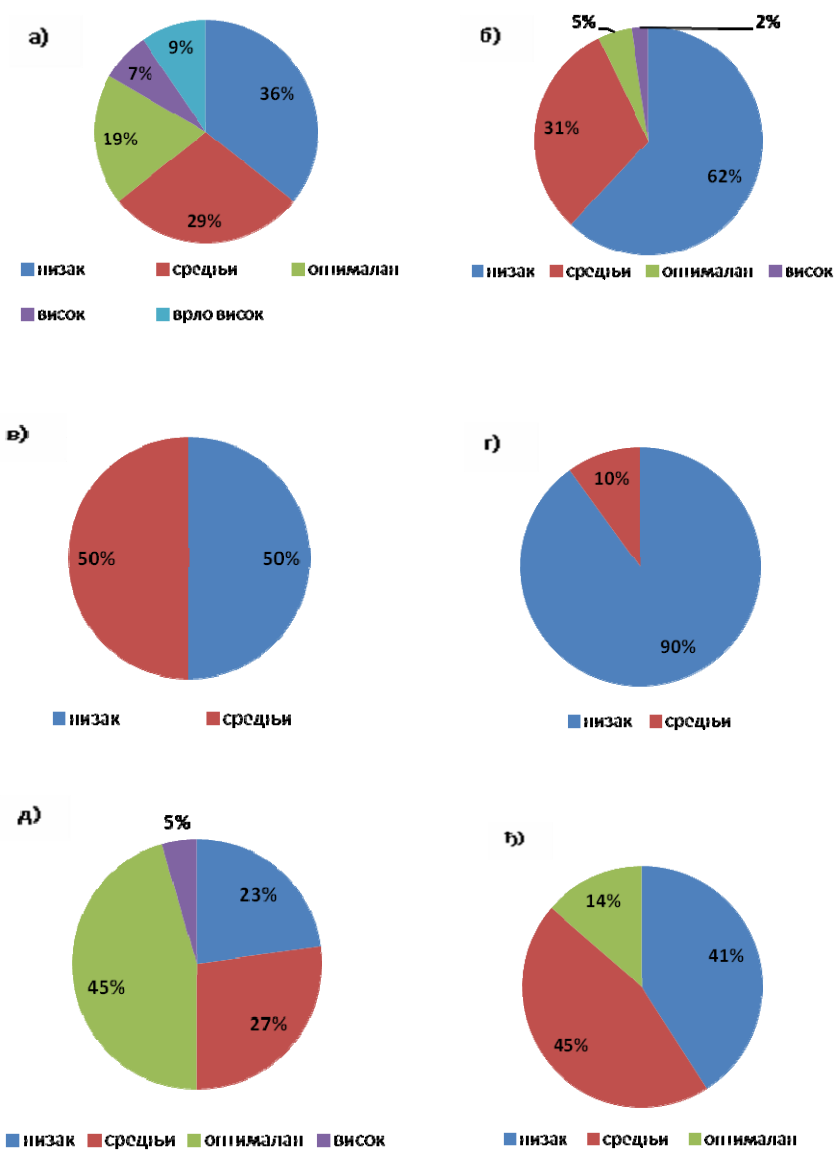
а) воћњаци у експлоатацији - дубина 0-30 см;

- б) воћњаци у експлоатацији - дубина земљишта 30-60 cm;
- в) воћњаци у подизању - дубина земљишта 0-30 cm;
- г) воћњаци у подизању - дубина земљишта 30-60 cm;
- д) расадници - дубина земљишта 0-30 cm;
- ђ) расадници - дубина земљишта 30-60 cm

Значајне разлике могу се уочити између парцела у односу на начин коришћења. Очекивано најнижа обезбеђеност фосфором карактеристична је за узорке пореклом са парцела предвиђених за заснивање засада. На овим парцелама збир класа обезбеђености врло ниског и ниског садржаја фосфора износи 80-90 % за обе посматране дубине. Међутим, забрињавајуће је да парцелама које се налазе у експлоатацији пронађен такође врло велики број парцела са ниском обезбеђеношћу фосфором. Удео класа обезбеђености врло ниског и ниског садржаја фосфора у збиру износи од 71 до 81 % у зависности од дубине. Врло интересантни резултати садржаја лакоприступачног фосфора забележени су на парцелама расадничарске производње. Наиме, иако су у питању исти или врло слични типови земљишта на којима се обавља производња обезбеђеност фосфора значајно је повољнија у односу на прве две групе узорака. Код ових парцела значајан број узорака налази се у групи средње обезбеђености 32%, оптималне и високе обезбеђености од 9 до 25 %. У целом истраживању, само је од 4 до 10 % узорака земљишта (и то у површинском слоју) оптимално обезбеђено фосфором. Ово нам указује да, поред слабе природне обезбеђености фосфором, постоје значајне грешке пољопривредних произвођача у управљању овим елементом у протеклом периоду.

У погледу садржаја лакоприступачног калијума, посматрана земљишта су у знатно повољнијем стању у односу на садржај лакоприступачног фосфора. Удео врло сиромашних земљишта у испитиваним узорцима је занемарљив за обе посматране дубине. Заступљеност класе ниског садржаја лакоприступачног калијума у земљишту најизраженији је на земљиштима предвиђеним за заснивање засада и повећава се са дубином од 50 % до 90 % од анализираних парцела у овој групи. У већини анализираних земљишта преовлађују класе обезбеђености са оптималном, и средњом обезбеђеношћу у слоју 0-30 cm. Ове две класе у збиру се крећу преко 50 %, док је у слоју 30-60 cm ова вредност логично нижа (графикон 14). Вредности добијене са парцела из расадничарске производње потврђују резултате предходних анализа. Најзаступљеније класе (средња оптимална и висока обезбеђеност) узимају преко 70% од укупно обрађених узорака. Анализа садржаја лакоприступачног калијума на посматраним парцелама указује на могућност рационализације овим хранљивим елементом на појединим анализираним парцелама.

Такође, евидентно је и широко варирање просечних вредности лакоприступачног калијума. Оно се у односу на начин произвођење креће од 8,0 до 39,5 mg / 100 g са врло сличним варирањем и доњег - дубљег слоја (табела 3, 4 и 5). Остварени резултати, потврђују досадашња испитивања са целокупног подручја Србије да је највећи број узорака има средњи и висок ниво обезбеђености (слика 5 б).



Графикон 14: Процентуална заступљеност узорака земљишта у различитим класама обезбеђености за садржај лакоприступачног калијума:

- а) воћњаци у експлоатацији - дубина 0-30 cm;
- б) воћњаци у експлоатацији - дубина земљишта 30-60 cm;
- в) воћњаци у подизању - дубина земљишта 0-30 cm;
- г) воћњаци у подизању - дубина земљишта 30-60 cm;
- д) расадници - дубина земљишта 0-30 cm;
- ђ) расадници - дубина земљишта 30-60 cm

## 5. УКУПАН И ПРИСТУПАЧАН САДРЖАЈ МИКРОЕЛЕМЕНАТА И ТЕШКИХ МЕТАЛА

Земљиште које има повољне физичке, хемијске и биолошке особине, описујемо као плодно. Поред наведених особина у предходним поглављима и оптималних концентрација биогених елемената, да бисмо земљиште окарактерисали као погодно за производњу здравствено безбедне хране, оно у себи не сме садржити опасне и штетне материје.

Изразом "тешки метали" се означава група елемената која испољава велику токсичност по живе организме. У ову групу се убрајају и неки метали са мањом запреминском масом, затим металоиди (As и At) па чак и неки неметали (Se). Иако постоји више израза за означавање ове групе елемената, израз „тешки метали“ се најдуже и најшире користи у литератури. У нашем законодавству за пољопривредно земљиште (Сл. Гласник РС 23/94), ови елементи су означени као *штетне* (Cu, Zn и В) и *опасне материје* (Cd, Pb, Hg, As, Cr, Ni, F).

Неки од ових елемената су биогени елементи (S, Mg, Fe, Cu, Zn, Co...) и есенцијални су за биљне и животињске организме, али истовремено у великим концентрацијама, могу бити токсични по живи свет. Главни извор ових елемената за биљке представља земљиште, било да су они у улози нутријента или токсиканта. Из овог разлога је веома важно познавати садржај и дистрибуцију микроелемената и тешких метала у земљишту.

Високе концентрације тешких метала у земљишту представљају велик ризик по агроекосистем будући да су они веома постојани. Једном унети тешки метали, остају стотинама па и хиљадама година у њему, градећи чврсте везе са компонентама земљишта. Технике ремедијације овако загађеног земљишта су, још увек, веома дуготрајне и скупе, те због опасности улаза тешких метала у ланац исхране преко гајених биљака, загађене површине захтевају посебан начин коришћења земљишта и искључивање из примарне биљне производње.

Порекло и садржај тешких метала у земљишту, у првом реду, потиче 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, Al, 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.

Глобално, узрок повећаном садржају тешких метала у неким земљиштима је њихова атмосферска депозиција. Индустриска постројења за прераду метала (рудници, топионице метала), загађују ваздух тешким металима, и они у виду кише, гасова и чађи, атмосферском депозицијом доспевају на површину земљишта. Сагоревање фосилних горива (угаљ, нафта) у термоелектранама, индустрији и домаћинствима, такође значајно доприноси загађивању земљишта тешким металима. Постоје и бројна актуелна истраживања која показују да услед интензивне примене агрохемикалија (ђубрива и пестицида), у неким пољопривредним земљиштима долази до акумулације тешких метала у поређењу са природним садржајем који потиче од матичног супстрата.

На растворљивост и приступачност тешких метала у земљишту, у највећој мери, утиче рН реакција земљишта, садржај органске материје, механички састав земљишта (удео фракције глине), затим садржај калцијум карбоната и приступачног фосфора у земљишту. Трансфер тешких метала из земљишта у биљке је део хемијског кружења елемената у природи. То је веома сложен процес који зависи од бројних фактора, било да су они природни или антропогени.

На основу великог броја истраживања, недвосмислено је доказано да познавање укупног садржаја метала у животној средини није довољан податак за поимање геохемијских (мобилност, реактивност) и биолошких (приступачност, токсичност) особина метала. Из овог разлога, развијају се и примењују нове софистициране методе: унапређене технике узорковања земљишта, инструменталне аналитичке технике и математичко моделирање.

Према ISO речнику (СРПС ISO 11074-1:2001) израз *приступачност биљкама* је дефинисан као: „способност неких супстанција да се премештају из земљишта у биљку“, уз напомену да: „приступачност зависи од бројних фактора као што су услови земљишта, својства супстанције и природа биљке“. Тешки метали пореклом од атропогених извора у земљишту, налазе се у облицима који су лакше приступачни, у односу на њихово природно – геохемијско порекло.

Приликом процењивања да ли је неко земљиште загађено тешким металима или не, важну смерницу представљају граничне вредности за *максимално дозвољене концентрације* (МДК) тешких метала у земљишту. Најчешће се максимално дозвољене концентрације тешких метала у стандардима за квалитет земљишта односе на тзв. укупни или псеудо-укупни садржај метала. Укупни садржај метала представља оне концентрације тешких метала које су добијене разарањем земљишта јаким минералним киселинама приликом њиховог аналитичког одређивања у лабораторији. Поједине земље света имају различито дефинисане вредности МДК за метале. У нашој земљи, МДК-

е тешких метала за пољопривредно земљиште, дефинисане су Правилником о дозвољеним количинама опасних и штетних материја у земљишту и методама њиховог испитивања (Сл. гл. РС 23/1994).

У оквиру овог истраживања, одређен је укупан и приступачан (екстракцијом у ЕДТА) садржај елемената у укупно 150 узорака земљишта (табеле 7, 8, 9 и 10). Према важећем правилнику елементи су подељени на штетне: Со (кобалт), Си (бакар), Мп (манган), Zn (цинк) и опасне материје: As (арсен), Cd (кадмијум), Cr (хром), Ni (никл), Pb (олово), Hg (жива).



## 5.1 Садржај штетних материја

За садржај кобалта, гвожђа и мангана нису прописане максимално дозвољене концентрације МДК.

**Кобалт** је есенцијални микроелемент за живе организме, има изузетан значај у оксидационим процесима и улази у састав кобаламина коензима витамина Б12. Многи аутори сврставају Со у групу тешких метала услед његове токсичности у прекомерним концентрацијама. При високом садржају у земљишту, Со може да буде токсичан за биљке и да изазове недостатак

гвожђа и мангана. Кобалт се у земљишту налази у више облика: у саставу земљишних алумосиликата, адсорбован на површини минералних и органских колоида, у хелатном облику.

Садржај кобалта, у овом истраживању, се налази на нивоу који је уобичајен за пољопривредна земљишта, те не постоји опасност од њиховог евентуалног испољавања фитотоксичности и загађења агроекосистема.

**Цинк** представља есенцијални микроелемент за живе организме као учесник у бројним ензимским реакцијама и у синтези ауксина. Више биљке усвајају цинк у облику двовалентног јона  $Zn^{2+}$ . Високе концентрације цинка у земљишту делују фитотоксично. Садржај цинка у земљишту је условљен низом фактора, а један од њих је свакако и матични супстрат од кога је земљиште настало. По правилу, земљишта тежег механичког састава садрже више цинка у односу на лака земљишта.

У испитиваном земљишту под воћњацима у експлоатацији, као и земљишту где се планира подизање воћњака, ниједан узорак не прелази МДК према садржају цинка. Садржај приступачног цинка је релативно низак (табеле 7 и 8).

У земљишту под расадницима, на једном локалитету забележен је повишен садржај цинка преко МДК од 341,6 mg/kg (табела 7). Ова испитивана површина је веома мала и износи 271 m<sup>2</sup> и заправо представља део веће парцеле, која је била поплављена у току мајских полова 2014. године. Неповољна ситуација је што је део те парцеле истовремено оптерећен повишеним садржајем As и Pb. Будући да је приликом узорковања, као угрожен део парцеле након поплава узет узорак са 10% читаве површине, могуће је да је процењена угрожена површина и већа, те је овде потребно спровести детаљније истраживање. Цинк је означен као штетна материја, повишен садржај преко МДК је забележен у дубљем слоју плављеног дела парцеле. Присутне количине приступачне фракције цинка на целој површини су релативно ниске (табела 8) и не представљају ризик по евентуалну фитотоксичност и агроекосистем.

**Гвожђе** има изузетно важну и специфичну улогу у живим организмима, у чему га не може заменити ни један други елемент. Гвожђе утиче на биосинтезу хлорофила, фотосинтезу и дисање. Још давне 1844. године, уочено је да недостатак гвожђа изазива хлорозу на листовима винове лозе (Убавић и сар., 2008).



Табела 7: Вредности за укупан садржај штетних материја (mg/kg)

Дубина cm	Вредност	Co	Cu	Mn	Zn
<b>ВОЋЊАЦИ (42 парцеле)</b>					
0-30	мин	5,1	14,5	180,4	51,3
	макс	20,8	80,1	1352,0	169,7
	средња	14,0	29,2	666,2	69,9
	±СТД	2,6	14,3	205,7	19,5
30-60	мин	7,9	12,3	144,9	51,3
	макс	21,1	61,2	926,5	222,1
	средња	13,7	25,0	600,8	70,0
	±СТД	2,7	8,1	161,1	26,5
<b>ВОЋЊАЦИ У ПОДИЗАЊУ (11 парцела)</b>					
0-30	мин	11,7	13,8	424,8	54,0
	макс	22,5	72,3	1102,0	110,8
	средња	15,3	24,9	668,1	70,9
	±СТД	3,7	16,6	205,5	17,2
30-60	мин	12,6	12,4	504,8	58,3
	макс	17,9	77,0	737,4	86,7
	средња	15,3	24,6	614,9	67,1
	±СТД	1,7	17,9	69,7	8,4
<b>РАСАДНИЦИ (22 парцеле)</b>					
0-30	мин	9,0	16,4	466,7	41,4
	макс	23,7	99,8	1022,0	171,8
	средња	16,6	47,2	691,1	98,2
	±СТД	3,5	20,3	134,3	33,9
30-60	мин	10,3	12,3	474,0	47,7
	макс	23,4	68,7	981,9	<b>341,6</b>
	средња	16,4	39,5	682,3	105,9
	±СТД	3,4	12,7	129,5	65,0
	<b>МДК</b>	<b>/</b>	<b>100,0</b>	<b>/</b>	<b>300,0</b>

Гвожђа у земљишту има далеко више од било ког другог микроелемента, налази се одмах иза O, Si и Al по заступљености и чини око 1-10 % земљишта. Појављује се у више облика: у примарним и секундарним минералима, у различитим оксидима, у сулфидима и др. И поред његовог високог удела у

земљишту, количина гвожђа у земљишном раствору која је биљкама доступна је изузетно мала, те често долази до његовог недостатка. Ниво обезбеђености биљака гвожђем често је немогуће утврдити ни на основу његовог садржаја у листовима, што даје на значају анализи садржаја приступачног гвожђа у земљишту.

Према резултатима истраживања, испитивана земљишта су добро обезбеђена приступачним гвожђем (табела 8).

**Манган** је један од непоходних елемената због улоге у оксидо-редукционим процесима. Биљке усвајају манган као  $Mn^{2+}$ , а његова приступачност биљкама, зависи од фактора каоји утичу на редукцију мангана из високооксидисаних облика у лабилнији двовалентни облик, пре свега рН реакција. Што је рН реакција земљишта нижа, то ће у земљишту бити више  $Mn^{2+}$  јона, и обрнуто. Из овог разлога, укупан садржај мангана не пружа информацију о његовом стварном приступачном облику. Недостатак мангана може узроковати већи садржај Mg, Na, Cu, Ca, Fe и  $NH_4$ , са којим он има антагонистички однос, док јони  $NO_3^-$  имају позитиван утицај на његово усвајање. Повишен садржај мангана у земљишту негативно утиче на усвајање N, P, K и Ca од стране биљака.

Укупан садржај мангана у земљишту је практично пореклом из матичног супстрата. Све стене у Земљиној кори садрже манган у концентрацијама које су уопштено веће од свих других микроелемената, осим гвожђа.

Земљишта под виноградима и воћњацима су посебно угрожена од загађења **бакром**, услед дуготрајне примене заштитних средстава на бази бакра. Бордовска чорба ( $Ca(OH)_2 + CuSO_4$ ) 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.

Бројна актуелна истраживања показују да интензивна и дуготрајна примена ових препарата има негативни ефекат на животну средину, јер доводи до загађења земљишта бакром. Истраживања садржаја бакра у виноградима и воћњацима широм света указују на веома озбиљан ризик коришћења бакарних препарата, који су се до сада, парадоксално, сматрали безбедним у односу на остале пестициде.

Табела 8: Вредности за приступачан садржај штетних материја (mg/kg)

Дубина cm	Вредност	Co	Cu	Fe	Mn	Zn
<b>ВОЋЊАЦИ (42 парцеле)</b>						
0-30	мин	0,6	2,7	58,7	66,7	0,4
	макс	3,7	44,6	291,8	375,1	11,8
	средња	2,3	9,7	131,7	182,5	2,8
	±СТД	0,6	8,2	43,8	56,2	2,5
30-60	мин	0,3	2,5	31,0	29,6	0,0
	макс	3,6	19,4	250,0	312,3	10,6
	средња	2,3	6,8	111,7	150,4	1,7
	±СТД	0,7	3,6	38,0	59,3	1,7
<b>ВОЋЊАЦИ У ПОДИЗАЊУ (11 парцела)</b>						
0-30	мин	1,3	2,2	61,0	99,6	0,4
	макс	4,8	31,4	446,4	262,2	3,5
	средња	2,6	7,7	167,6	170,3	1,6
	±СТД	1,3	8,2	132,6	59,7	1,1
30-60	мин	1,2	1,5	48,2	88,2	0,2
	макс	4,2	40,7	312,6	214,7	3,3
	средња	2,6	8,4	143,7	142,3	1,2
	±СТД	1,1	11,1	101,5	42,7	0,9
<b>РАСАДНИЦИ (22 парцеле)</b>						
0-30	мин	1,4	3,1	89,2	121,9	0,5
	макс	5,4	41,4	320,4	361,1	13,6
	средња	2,6	17,9	157,8	225,3	4,5
	±СТД	1,0	10,8	66,3	75,8	3,0
30-60	мин	1,1	2,4	92,9	136,3	0,3
	макс	5,1	25,6	446,1	391,7	8,6
	средња	2,5	13,4	163,9	207,1	3,4
	±СТД	1,2	6,7	82,9	72,1	2,1

Висока концентрација и приступачност бакра у земљишту, генерално, не делује фитотоксично на већ засноване засаде воћа, будући да се коренов систем развија на већој дубини која је мање загађена багром од површинског слоја земљишта. У младим засадима, 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 вишегодишње засаде, постоји низ ефеката његове прекомерне концентрације који директно утичу на самањење 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.

Повољна ситуација у истраживању је да ниједан узорка не прелази преко МДК за укупни бакар (табела 7). Приступачна садржај од 50 mg/kg сматра се, према литератури, као граница фитотоксичне концентрације. Ниједан испитивани узорак, такође, не прелази ову границу (табела 8).

Критеријум за загађеност земљишта бакром је и *критична концентрација* на основу литературе, која износи 60 mg/kg за укупни бакар, 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.

Изнад критичне концентрације бакра, у овом истраживању, се налази: 1,2 ха земљишта под воћњацима у експлатацији; 1,1 ха земљишта где се планира подизање воћњака и 2,7 ха под расадницима. На овим површинама потребно је предузети превентивне мере, у смислу рационализације примене фунгицида на бази бакра.

## 5.2 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.

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

**Арсен** гради велики број једињења различите токсичности. Једињења As у земљишту нису високе токсичности у поређењу са другим деловима животне средине. Антропогени извори арсена у земљишту су, најчешће, близина индустрије за прераду метала и некадашња примена пестицида на бази арсена.

У испитиваним узорцима земљишта под воћњацима у експлоатацији и земљишта где се планира подизање воћњака, ниједан испитивани узорак земљишта не садржи арсен преко МДК (табела 7). Приступачни садржај арсена у овим узорцима је низак (табела 8). Међутим, у земљишту под расадницима на три локалитета је забележен повишен укупан садржај арсена преко МДК. Један од тих локалитета је део веће парцеле који је била поплављена у току мајских поплава 2014. године. На овој малој површини од 271 m<sup>2</sup> забележена је максимална вредност истраживања од 32,1 mg/kg у површинском слоју земљишта (табела 9). Садржај арсена је овде повишен и у дубљем слоју земљишта 30-60 cm, где износи 28,2 mg/kg (табела 9). Приступачан садржај арсена на овој површини је релативно низак (1,6 и 1,2 mg/kg) и не представља посебну опасност по агроекосистем, али се садржај арсена мора надаље пратити, будући да је означен као опасна материја. На преостала два локалитета расадника са повишеним садржајем арсена преко МДК, су такође, у питању мале површине. На парцели од 0,6 ха забележен је укупни садржај арсена од 25,5 и приступачни од 0,8 mg/kg у слоју земљишта 0-30 cm. На парцели од 0,2 ха забележен је укупни садржај арсена од 25,3 и приступачни од 0,9 mg/kg у слоју земљишта 30-60 cm. Ове вредности се налазе на самој граници МДК од 25,0 mg/kg, а на основу ниског приступачног садржаја As, присутне концентрације не представљају посебну опасност по агроекосистем.

**Кадмијум** представља елемент који је редак у земљиној кори и природи. Загађење животне средине овим елементом има тенденцију повећања последњих декада, што је последица веће употребе Cd у индустрији и употребе фосфорних ђубрива која могу бити природно оптерећена кадмијумом пореклом из фосфорних руда. Високе концентрације кадмијума имају токсичан ефекат по све живе организме. Кадмијум је доста мобилан у земљишту и због тога је више приступачан за биљке од других тешких метала укључујући и Pb и Cu.

Садржај укупног кадмијума није детектован у целом истраживању, односно налази се испод границе детекције од 0,5 mg/kg (табела 9). Садржај приступачног кадмијума је забележен на 5 локалитета у земљишту под расадницима. Максимална вредност истраживања од 0,29 mg/kg (табела 10) не представља посебан проблем по животну средину, будући да је укупан садржај кадмијума испод 0,5 mg/kg.

Табела 9: Вредности за укупан садржај опасних материја (mg/kg)

Дубина cm	Вредност	As	Cd	Cr	Ni	Pb	Hg
<b>ВОЋЊАЦИ (42 парцеле)</b>							
0-30	мин	6,3	<МДЛ(0,5)	33,5	21,0	13,5	0,03
	макс	13,0	<МДЛ(0,5)	76,4	<b>67,8</b>	29,1	0,17
	средња	8,9	<МДЛ(0,5)	46,2	30,5	19,6	0,06
	±СТД	1,6		10,1	9,3	3,3	0,03
30-60	мин	6,5	<МДЛ(0,5)	35,9	21,8	13,3	0,03
	макс	15,3	<МДЛ(0,5)	<b>151,9</b>	<b>121,4</b>	23,1	0,10
	средња	8,9	<МДЛ(0,5)	50,4	33,7	17,9	0,05
	±СТД	1,7		18,2	16,1	2,3	0,02
<b>ВОЋЊАЦИ У ПОДИЗАЊУ (11 парцела)</b>							
0-30	мин	6,7	<МДЛ(0,5)	36,0	21,2	14,2	0,03
	макс	15,0	<МДЛ(0,5)	<b>161,5</b>	<b>129,1</b>	31,1	0,07
	средња	9,5	<МДЛ(0,5)	63,8	47,7	21,0	0,05
	±СТД	2,7		39,1	32,4	5,0	0,02
30-60	мин	7,6	<МДЛ(0,5)	39,1	26,0	15,0	0,03
	макс	17,4	<МДЛ(0,5)	96,8	<b>78,3</b>	31,7	0,06
	средња	10,4	<МДЛ(0,5)	61,5	44,9	20,3	0,05
	±СТД	2,9		22,1	20,6	5,3	0,01
<b>РАСАДНИЦИ (22 парцеле)</b>							
0-30	мин	5,9	<МДЛ(0,5)	42,1	29,7	15,5	0,03
	макс	<b>32,1</b>	<МДЛ(0,5)	<b>188,3</b>	<b>214,9</b>	<b>142,7</b>	0,25
	средња	15,3	<МДЛ(0,5)	<b>101,3</b>	<b>103,1</b>	52,5	0,09
	±СТД	6,9		44,4	66,9	37,2	0,06
30-60	мин	5,5	<МДЛ(0,5)	37,8	27,8	17,4	0,03
	макс	<b>28,2</b>	<МДЛ(0,5)	<b>184,5</b>	<b>209,7</b>	<b>120,9</b>	0,21
	средња	14,7	<МДЛ(0,5)	<b>103,0</b>	<b>104,2</b>	52,0	0,09
	±СТД	6,5		46,5	67,1	34,8	0,06
	<b>МДК</b>	<b>25,0</b>	<b>2,0</b>	<b>100,0</b>	<b>50,0</b>	<b>100,0</b>	<b>2,00</b>

МДЛ - граница детекције методе (method detection limit)

Садржај **олова** у земљиштима зависи од матичне подлоге и антропогеног загађења које се настаје првенствено атмосферском депозицијом олова на

земљиште. Извори антропогеног загађења су: историјско загађења из издувних гасова аутомобила када је Pb коришћено као адитив бензина, рудници и топионице олова, разни индустријски процеси, коришћење отпадних муљева у пољопривреди и др. Токсични ефекат олова по биљне организме огледа се у поремећају процеса фотосинтезе, активности ензима, усвајања појединих биогених елемената; а по животињске организме олово има изузетан токсичан и кумулативан ефекат и накупља се највише у меким ткивима. Олово је један од најчешћих загађивача у урбаним срединама. У поређењу са другим полутантима има дуго време боравка у земљишту.

У природном, незагађеном земљишту олово је присутно у концентрацијама <20 mg/kg, што представља средњу вредност овог истраживања за земљишта под воћњацима и површинама где се планира подизање воћњака (табела 9). Садржај приступачног олова на овим парцелама је, такође, ниска (табела 10). Међутим, у анализираним узорцима земљишта под расадницима, забележена је вредност укупног олова преко МДК на четири испитиване парцеле и то на обе испитиване дубине земљишта. Укупна угрожена површина оловом, у овом истраживању, износи 1,5 ха.

Како је већ наведено, повишен садржај олова је присутан на делу парцеле који је била поплављена током мајских поплава 2014. године. На овој парцели је забележена и максимална вредност истраживања од 142,7 mg/kg. Посебно неповољна ситуације је на целој анализираној површини овог локалитета. Садржај олова је виши од МДК на плављеном делу парцеле, међутим приступачна фракција олова је релативно висока (од 34,3 до 70,4 mg/kg) као и удео приступачног облика у укупном (од 50 до 60%), као показатељ приступачности ове опасне материје, на целој анализираној површини од 0,65 ха.

Будући да се овде ради о расадничкој производњи, тренутно нема посебне опасности од евентуалног уласка тешких метала у ланце исхране. Међутим, након вађења садница, плављени део парцела не би требало да се користи за производњу поврћа и крмног биља за исхрану стоке.

На преостале три парцеле са повишеним садржајем олова, он се налази на самој граници МДК, до 110 у површинском слоју и 120 mg/kg у слоју земљишта 30-60 см. Међутим, удео приступачног олова у укупном је висок на овим парцелама, што је посебно неповољна ситуација. Потребна су детаљнија истраживања за одређивање порекла присутног олова и степена загађења земљишта. Олово је изузетно опасна материја по људско здравље, међутим олово у земљишту релативно ретко испољава фитотоксичност у поређењу са осталим опасним и штетним материјама. Препоручена мера ђубрења органским ђубривом ће смањити приступачност олова у земљишту. Ђубрење фосфорним

ђубривима, такође смањује приступачност олова будући да се олово хемијски везује и прелази у мање мобилне форме.

Табела 10: Вредности за приступачан садржај опасних материја (mg/kg)

Дубина cm	Вредност	As	Cd	Cr	Ni	Pb
<b>ВОЋЊАЦИ (42 парцеле)</b>						
0-30	мин	0,59	<МДЛ(0,15)	<MDL(0,5)	0,9	3,2
	макс	2,12	<МДЛ(0,15)	<MDL(0,5)	8,6	7,3
	средња	1,21	<МДЛ(0,15)	<MDL(0,5)	2,9	5,8
	±СТД	0,46			1,8	0,9
30-60	мин	0,51	<МДЛ(0,15)	<MDL(0,5)	0,7	3,3
	макс	2,12	<МДЛ(0,15)	<MDL(0,5)	8,1	7,9
	средња	1,25	<МДЛ(0,15)	<MDL(0,5)	2,7	5,2
	±СТД	0,49			1,7	1,1
<b>ВОЋЊАЦИ У ПОДИЗАЊУ (11 парцела)</b>						
0-30	мин	0,71	<МДЛ(0,15)	<MDL(0,5)	0,6	3,8
	макс	2,01	<МДЛ(0,15)	<MDL(0,5)	30,6	9,0
	средња	1,20	<МДЛ(0,15)	<MDL(0,5)	7,2	5,8
	±СТД	0,39			8,8	1,6
30-60	мин	0,56	<МДЛ(0,15)	<MDL(0,5)	0,7	3,4
	макс	1,85	<МДЛ(0,15)	<MDL(0,5)	32,7	8,8
	средња	1,11	<МДЛ(0,15)	<MDL(0,5)	6,9	4,9
	±СТД	0,45			9,3	1,5
<b>РАСАДНИЦИ (22 парцеле)</b>						
0-30	мин	0,50	<МДЛ(0,15)	<MDL(0,5)	2,7	4,6
	макс	2,31	0,29	<MDL(0,5)	36,9	<b>90,5</b>
	средња	1,15		<MDL(0,5)	11,2	23,2
	±СТД	0,46			9,1	23,3
30-60	мин	0,59	<МДЛ(0,15)	<MDL(0,5)	3,2	3,8
	макс	1,64	0,22	<MDL(0,5)	35,8	<b>70,4</b>
	средња	0,97		<MDL(0,5)	11,1	22,2
	±СТД	0,25			9,5	20,7

МДЛ - граница детекције методе (method detection limit)



Порекло **никла** у земљишту се најчешће повезује матичним супстратом. Никал је есенцијални елемент за животињске организме потребан за раст и ресорпцију Fe. Висок садржај Ni у животној средини делује токсично на све живе организме. Највећи део Ni у земљишту налази се у нерастворљивом облику, а само мали део чини измењиви Ni у органској фракцији. Мобилност Ni у земљишту повећава се са смањењем рН и смањењем капацитета за измену јона.

у овом истраживању, значајан део узорака прелази прописану вредност МДК од 50 mg/kg, а средња вредност истраживања је изнад овог нивоа у земљиштима под расадницима (табела 9).

Од укупно 62 ха анализираних површина, 27 ха или 43 % површина има садржај никла преко МДК. Све ове испитиване парцеле имају повишен садржај никла у оба слоја земљишта. На основу ниског приступачног садржаја никла и ниског удела приступачног садржаја у укупном (испод 10 %), може се закључити да је порекло никла геохемијско и да он потиче од матичног супстрата на коме се образовало посматрано земљиште. Присутна ниска концентрација приступачног никла, не представља потенцијалну опасност по агрокосистем.

Осим из матичног супстрата, **хром** у земљиште доспева и антропогеним путем (из минералних ђубрива, атмосферског депозита и др.). Хром има важну улогу у анималним организмима јер је саставни део глукозног фактора толеранције (ГФТ), док високе концентрације хрома делују токсично на животињске организме, такође високе концентрације хрома у земљишту делују фитотоксично. У већини земљишта доминантана једињења хрома чини Cr (III) нерастворљив и мање покретан у оксидима и хидроксидима.

У овом истраживању 15 ха или једна четвртина анализираних површина прелази МДК према садржају хрома. Максимална вредност истраживања износи 214,9 mg/kg (табела 9), што је вредност два пута већа од МДК. У свим анализираним узорцима, садржај приступачног хрома је испод границе детекције од 0,5 mg/kg (табела 10). На основу овако ниског садржаја приступачног хрома, може се закључити да је повишени садржај укупног хрома геохемијског – природног порекла. Повишен садржај хрома потиче од матичног супстрата на коме се земљиште образовало.

Сви узорци који имају повишен садржај хрома, истовремено имају и повишен садржај никла, што је још један доказ њиховог геохемијског порекла, будући да се ова два елемента заједно појављују у природи.

**Жива** се налази у земљиној кори у комплексима сулфида са Zn, Fe и другим металима. Природни извори Hg, су стене на којима се формира матични

супстрат. Такође, значајни извор Hg у површинским слојевима земљишта је атмосферски депозит из антропогених извора. Загађења земљишта у пољопривреди живом су најчешће историјска загађења услед примене третираног семена, пестицида на бази живе и отпадних муљева. Жива је ксенобиотик живих организама и испољава изузетно токсично дејство по читав живи свет. Зависно од редокс услова, жива се у земљишту налази у три различита стања и то као:  $\text{Hg}^0$ ,  $\text{Hg}^{2+}$  и  $\text{Hg}_2^{2+}$ , од којих се прва два облика најчешће појављују. У природним условима, ослобађа се  $\text{Hg}^0$  и могућа је волатизација једињења Hg, што је значајна појава за циклус овог елемента у природи. 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 9).



## 6. ОСТАЦИ ОРГАНОХЛОРНИХ ПЕСТИЦИДА У ЗЕМЉИШТУ

У оквиру испитивања присуства органских загађивача испитано је присуство остатака 16 перзистентних органохлорних пестицида и њихових метаболита:  $\alpha$ -ХЦХ,  $\beta$ -ХЦХ, линдан,  $\delta$ -ХЦХ, хептахлор, ендосулфан, ендосулфан сулфат, алдрин, хептахлор епоксид, ДДЕ, диелдрин, ДДД, ендрин алдехид, ДДТ и ендрин).

Остаци пестицида у земљишту су одређени по методи ИСО 10382:2002. Узорци земљишта су третирани мешавином ацетона и петрол етра, како би се екстраховали циљани пестициди, а добијени екстракт је пречишћен помоћу алуминијум оксида. Пречишћени екстракти су анализирани помоћу капиларне гасне хроматографије на гасном хроматографу Agilent 7890 са ECD детектором и хроматографу Agilent 6890 са масеним детектором 8975B MSD. Коришћена је колона ДБ 5-МС дужине 30 m и унутрашњег пречника 0,32 mm.

Присуство органохлорних пестицида у узоркованом земљишту је анализирано у оба слоја, (од 0 до 30 cm и од 30 до 60 cm). Пестициди се највише везују и задржавају у површинским слојевима земљишта међутим, како је у питању земљиште на којем се налазе воћњаци у експлоатацији или у заснивању, присуство органских загађивача је анализирано и у дубљим слојевима. Укупно је анализирано 148 узорака земљишта са из воћњака у подизању, експлоатацији и из расадника.

У нашој земљи не постоји законом регулисана вредност за максимално дозвољене количине (МДК) остатака пестицида, не само у земљишту које се користи у органској производњи, већ и у пољопривредном земљишту уопште. За пољопривредно земљиште постоји само предлог да МДК за збир линдана и његових метаболита буде 0,06 mg/kg а.с.з. (а.с.з. - апсолутно сувог земљишта), док је предлог за збир ДДТ-а и његових метаболита 0,1 mg/kg а.с.з.

У табелама 11-13 сумарно су приказани добијени резултати.

Табела 11: Број позитивних анализа, минимална и максимална концентрација анализираних пестицида у земљишту воћњака у експлоатацији

ИСПИТИВАНА ЈЕДИЊЕЊА	Бр. позитивних анализа /	Минимална вредност	Максимална вредност
ОРГАНОХЛОРНИ ПЕСТИЦИДИ	Укупан бр. анализа	mg/kg	mg/kg
<i>Алфа ХЦХ</i>	27/84	0,001	0,003
<i>Бета ХЦХ</i>	37/84	0,001	0,011
<i>Линдан</i>	1/84	0,002	0,002
<i>Делта ХЦХ</i>	69/84	0,001	0,025
<b><i>Сума ХЦХ једињења</i></b>	<b>78/84</b>	<b>0,001</b>	<b>0,028</b>
<i>ДДТ</i>	78/84	0,001	0,051
<i>ДДЕ</i>	38/84	0,001	0,022
<i>ДДД</i>	20/84	0,001	0,015
<b><i>Сума ДДТ+ДДЕ+ДДД</i></b>	<b>81/84</b>	<b>0,001</b>	<b>0,062</b>
<i>Хептахлор</i>	38/84	0,001	0,003
<i>Алдрин</i>	26/84	0,001	0,005
<i>Диелдрин</i>	9/84	0,001	0,001
<i>Ендрин</i>	43/84	0,001	0,016
<i>Ендрин алдехид</i>	4/84	0,001	0,002
<i>Хептахлор егзо епоксид</i>	2/84	0,001	0,001
<i>Ендосулфан алфа</i>	19/84	0,001	0,003
<i>Ендосулфан бета</i>	23/84	0,001	0,014
<i>Ендосулфан сулфат</i>	14/84	0,001	0,002

У земљишту воћњака у експлоатацији већина органохлорних пестицида је детектована у малом броју узорак и у врло ниским концентрацијама. Изузетак су делта ХЦХ и ДДТ који су детектовани у преко 80% узорак земљишта, али у ниским концентрацијама.

Линдан је најпознатији представних органохлорних једињења из ХЦХ групе (хексахлороциклохексан). Производња, промет и коришћење овог органохлорног пестицида су код нас забрањени 2006. године, објавом у Службеном гласнику РС бр. 72/2006. Присуство линдана у земљишту је установљено само у једном узорку, а измерена концентрација износи 0,002 мг/кг. Присуство делта ХЦХ изомера је детектовано у 69 анализираних узорак, што представља преко 80% од укупног броја анализираних узорак земљишта док је алфа ХЦХ детектован у око 32%, а бета ХЦХ у 44% анализираних узорак. Овако висок проценат позитивних анализа на алфа, бета и делта ХЦХ вероватно је

последица употребе техничког ХЦХ који је смеша ових изомера уместо чистог линдана. Збир концентрација појединих ХЦХ изомера у анализираним узорцима земљишта се кретао у интервалу од 0,001 до 0,028 mg/kg. Највиши измерени збир ХЦХ изомера у земљишту је два пута нижи од препоручене максимално дозвољене концентрације, те се може тврдити да земљиште воћнака у експлоатацији није оптерећено прекомерном концентрацијом ХЦХ једињења.

Присуство ДДТ је утврђено у 92% анализираних узорака, а присуство његових метаболита, ДДЕ и ДДД утврђено је у 45% односно 24% анализираних узорака. Све детектоване концентрације су веома ниске и не указују да постоји опасност од контаминације земљишта. Присуство метаболита указује да је пре више десетина година на овим земљиштима коришћен ДДТ и да је процес његове деградације почео, али обзиром да је у питању изузетно дуготрајно једињење са временом полураспада од 30 година, овај процес ће трајати веома дуго.

И остали анализирани органохлорни пестициди су детектовани у веома ниским концентрацијама. Хептахлор и ендрин су детектовани у око 50% анализираних узорака, алдрин, ендосулфан алфа и бета у око 25% узорака, док су диелдрин, ендрин алдехид и хептахлор егзо епоксид детектовани у манје од 10% анализираних узорака земљишта.

На основу измерених концентрација органохлорних пестицида у земљишту воћнака који се налази у експлоатацији, може се тврдити да земљиште није оптерећено повишеним концентрацијама органохлорних пестицида и да је безбедно за пољопривредну производњу.

У земљишту воћнака у подизању линдан није детектован ни у једном узорку, а већина других органохлорних пестицида је детектована у малом броју узорака и у врло ниским концентрацијама. Изузетак су делта ХЦХ и ДДТ који су детектовани у готово 90 % узорака земљишта, али у ниским концентрацијама.

Линдан је најпознатији представних органохлорних једињења из ХЦХ групе (хексахлороциклохексан). Производња, промет и коришћење овог органохлорног пестицида су код нас забрањени 2006. године, објавом у Службеном гласнику РС бр. 72/2006. Присуство линдана у земљишту винограда у подизању није детектовано ни у једном узорку. Присуство делта ХЦХ изомера је детектовано у 17 анализираних узорака, што представља 85% од укупног броја анализираних узорака земљишта, док су алфа и бета ХЦХ изомери детектовани у 15% узорака. Овако висок проценат позитивних анализа на делта ХЦХ, као и чињеница да је у анализираном земљишту детектовано присуство алфа и бета изомера, али не и линдана, вероватно је последица употребе техничког ХЦХ који је смеша ових изомера уместо чистог линдана. Збир концентрација појединих

ХЦХ изомера у анализираним узорцима земљишта се кретао у интеравлу од 0,001 до 0,006 mg/kg. Највиши измерени збир ХЦХ изомера у земљишту је чак десет пута нижи од препоручене максимално дозвољене концентрације, те се са сигурношћу може тврдити да земљиште воћнака у експлоатацији није оптерећено прекомерном концентрацијом ХЦХ једињења.

Табела 12: Број позитивних анализа, минимална и максимална концентрација анализираних пестицида у земљишту воћнака у подизању

ИСПИТИВАНА ЈЕДИЊЕЊА	Бр. позитивних анализа /	Минимална вредност	Максимална вредност
ОРГАНОХЛОРНИ ПЕСТИЦИДИ	Укупан број анализа	mg/kg	mg/kg
<i>Алфа ХЦХ</i>	3/20	0,001	0,001
<i>Бета ХЦХ</i>	3/20	0,001	0,001
<i>Линдан</i>	0/20	/	/
<i>Делта ХЦХ</i>	17/20	0,001	0,006
<b><i>Сума ХЦХ једињења</i></b>	<b>18/20</b>	<b>0,001</b>	<b>0,006</b>
<i>ДДТ</i>	18/20	0,001	0,021
<i>ДДЕ</i>	9/20	0,001	0,002
<i>ДДД</i>	4/20	0,001	0,002
<b><i>Сума ДДТ+ДДЕ+ДДД</i></b>	<b>19/20</b>	<b>0,001</b>	<b>0,022</b>
<i>Хептахлор</i>	11/20	0,001	0,003
<i>Алдрин</i>	9/20	0,001	0,012
<i>Диелдрин</i>	3/20	0,001	0,001
<i>Ендрин</i>	9/20	0,001	0,002
<i>Ендрин алдехид</i>	3/20	0,001	0,001
<i>Хептахлор егзо епоксид</i>	2/20	0,001	0,001
<i>Ендосулфан алфа</i>	3/20	0,001	0,001
<i>Ендосулфан бета</i>	6/20	0,001	0,004
<i>Ендосулфан сулфат</i>	3/20	0,001	0,002

Присуство ДДТ је утврђено у 90 % анализираних узорака а присуство његових метаболита, ДДЕ и ДДД утврђено је у 45%, односно 20% анализираних узорака. Све детектоване концентрације су веома ниске и не указују да постоји опасност од контаминације земљишта. Присуство метаболита указује да је пре више десетина година на овим земљиштма коришћен ДДТ и да је процес његове деградације почео, али обзиром да је у питању изузетно

дуготрајно једињење, са временом полураспада од 30 година, овај процес ће трајати веома дуго.

И остали анализирани органохлорни пестициди су детектовани у веома ниским концентрацијама. Хептахлор, алдрин и ендрин су детектовани у око 45% анализираних узорака, диелдрин, ендрин алдехид, ендосулфан алфа и ендосулфан сулфат у око 15% узорака, док је хептахлор егзо епоксид детектован у 10% анализираних узорака земљишта.

На основу измерених концентрација органохлорних пестицида у земљишту воћњака који се налази у експлоатацији може се тврдити да земљиште није оптерећено повишеним концентрацијама органохлорних пестицида и да је безбедно за пољопривредну производњу.

Табела 13: Број позитивних анализа, минимална и максимална концентрација анализираних пестицида у земљишту расадника

ИСПИТИВАНА ЈЕДИЊЕЊА	Бр.позитивних анализа /	Минимална вредност	Максимална вредност
ОРГАНОХЛОРНИ ПЕСТИЦИДИ	Укупан број анализа	mg/kg	mg/kg
<i>Алфа ХЦХ</i>	6/44	0,001	0,003
<i>Бета ХЦХ</i>	25/44	0,001	0,002
<i>Линдан</i>	1/44	0,001	0,001
<i>Делта ХЦХ</i>	29/44	0,001	0,025
<b><i>Сума ХЦХ једињења</i></b>	<b>39/44</b>	<b>0,001</b>	<b>0,028</b>
<i>ДДТ</i>	31/44	0,001	0,010
<i>ДДЕ</i>	17/44	0,001	0,003
<i>ДДД</i>	6/44	0,001	0,003
<b><i>Сума ДДТ+ДДЕ+ДДД</i></b>	<b>38/44</b>	<b>0,001</b>	<b>0,006</b>
<i>Хептахлор</i>	10/44	0,001	0,003
<i>Алдрин</i>	8/44	0,001	0,002
<i>Диелдрин</i>	12/44	0,001	0,005
<i>Ендрин</i>	25/44	0,001	0,001
<i>Ендрин алдехид</i>	8/44	0,001	0,003
<i>Хептахлор егзо епоксид</i>	6/44	0,001	0,002
<i>Ендосулфан алфа</i>	9/44	0,001	0,001
<i>Ендосулфан бета</i>	3/44	0,001	0,001
<i>Ендосулфан сулфат</i>	22/44	0,001	0,006

У земљишту расадника већина органохлорних пестицида је детектована у малом броју узорака и у врло ниским концентрацијама. Изузетак су бета и делта ХЦХ и ДДТ који су детектовани у преко 50% узорака земљиша, али у ниским концентрацијама.

Линдан је најпознатији представних органохлорних једињења из ХЦХ групе (хексахлороциклохексан). Производња, промет и коришћење овог органохлорног пестицида су код нас забрањени 2006. године, објавом у Службеном гласнику РС бр. 72/2006. Присуство линдана у земљишту из расадника је установљено само у једном узорку а измерена концентрација износи 0,001 mg/kg. Присуство делта ХЦХ изомера је детектовано у 29 анализираних узорака, што представља око 66 % од укупног броја анализираних узорака земљишта, док је алфа ХЦХ детектован у око 13 % ,а бета ХЦХ у 57 % анализираних узорака. Овако висок проценат позитивних анализа на алфа, бета и делта ХЦХ вероватно је последица употребе техничког ХЦХ, који је смеша ових изомера, уместо чистог линдана. Збир концентрација појединих ХЦХ изомера у анализираним узорцима земљишта се кретао у интервалу од 0,001 до 0,028 mg/kg. Највиши измерени збир ХЦХ изомера у земљишту је два пута нижи од препоручене максимално дозвољене концентрације, те се може тврдити да земљиште у расадницима није оптерећено прекомерном концентрацијом ХЦХ једињења.

Присуство ДДТ је утврђено у 70 % анализираних узорака, а присуство његових метаболита, ДДЕ и ДДД утврђено је у 38 %, односно, 14 % анализираних узорака. Све детектоване концентрације су веома ниске и не указују да постоји опасност од контаминације земљишта. Присуство метаболита указује да је пре више десетина година на овим земљиштима коришћен ДДТ и да је процес његове деградације почео, али обзиром да је у питању изузетно дуготрајно једињење са временом полураспада од 30 година, овај процес ће трајати веома дуго.

И остали анализирани органохлорни пестициди су детектовани у веома ниским концентрацијама. Ендрин и ендосулфан сулфат су детектовани у око 50% узорака, хептахлор и диелдрин су детектовани у око 25 % а алдрин, ендосулфан алдехид, хептахлор егзо епоксид и ендосулфан алфа и бета су детектовани у мање од 20 % анализираних узорака земљишта.

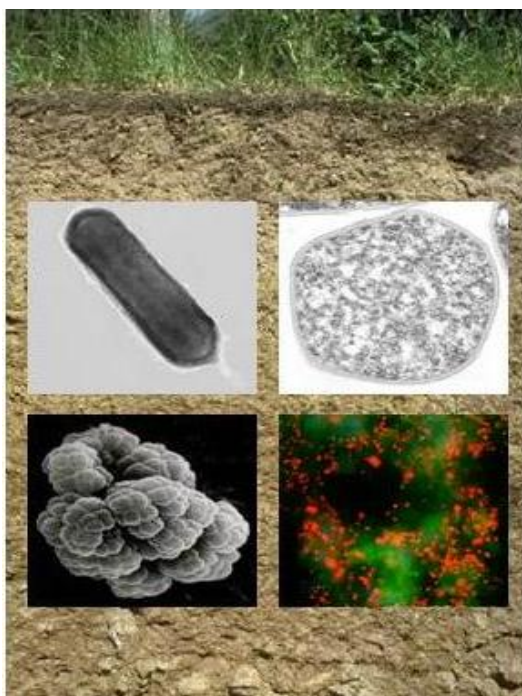
На основу измерених концентрација органохлорних пестицида у земљишту расадника може се тврдити да земљиште није оптерећено повишеним концентрацијама органохлорних пестицида и да је безбедно за пољопривредну производњу.



## 7. МИКРОБИОЛОШКА СВОЈСТВА ЗЕМЉИШТА

Микроорганизми, заједно са биљкама и животињама, су један од фактора који учествују у формирању земљишта. У земљиштима са оформљеним профилем, микроорганизми одржавају његову структуру, ниво органске материје и стабилност свих других својстава. Микроорганизми учествују и у остваривању плодности земљишта, те представљају један од најважнијих фактора у систему земљиште-биљка. Сви утицаји физичке и хемијске природе који утичу на земљиште директно утичу и на бројност и ензиматску активност микроорганизама.

Микроорганизми чине од 0,1 до 3 % целокупне органске материје земљишта, а биомаса микробиолошког порекла у просеку износи од 1 до 5 тона по хектару. У земљишту живе различите врсте микроорганизама: бактерије, гљиве, алге, протозое, вируси и лишајеви.



Исхрана биљака директно зависи од активности микроорганизама, јер микроорганизми разграђују сложена органска једињења до минералних чиме обезбеђују биљке асимилативима. На тај начин микроорганизми учествују у формирању приноса гајених биљака. Обзиром да је исхрана биљака везана за

активност микроорганизама, за успешну биљну производњу неопходно је обезбедити и услове за оптимално протикање микробиолошких процеса.

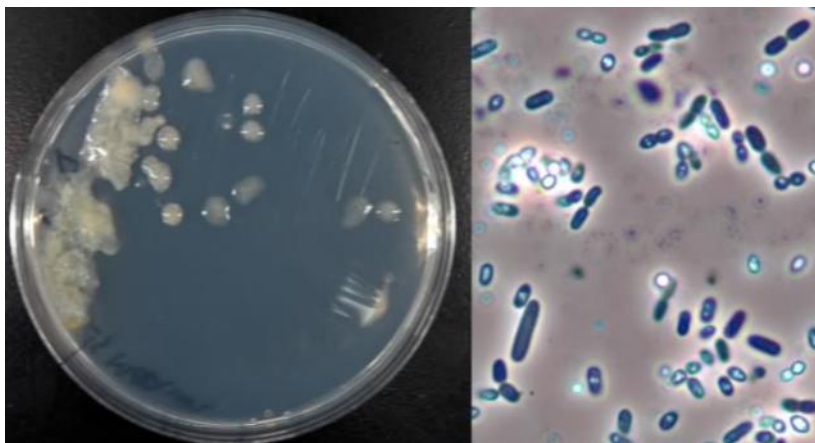
Бројност и активност микроорганизама у земљишту има зонални карактер, те се формирају посебни екотипови и сојеви карактеристични за одређено климатско подручје, тип земљишта, дубину и др. Тип земљишта има свакако највећи утицај на бројност и активност микроорганизама, а за све типове земљишта је карактеристично да се број микроорганизама смањује са дубином. У површинском слоју од 0 до 30 cm где има више органске материје, довољно влаге и кисеоника, највише су заступљени аеробни микроорганизми чија је активност и најзначајнија за биљну производњу. Дубљи слојеви земљишта су сиромашнији хранљивим материјама, еколошки услови су неповољнији те је и бројност микроорганизама мања. Најповољнији услови за раст и активност микроорганизама су земљишта неутралне реакције, добре структуре, повољних водно-ваздушних својстава (60-70 % ПВК) и садржајем органске материје изнад 2 %.

Микроорганизми се у земљишту налазе у одређеним уравнотеженим односима који су карактеристични за сваки тип земљишта. Познавањем улоге и тока микробиолошких процеса у земљишту може се у знатној мери усмерити и повећати њихов ефекат у пољопривредној производњи. Применом органских ђубрива, заоравањем свеже биљне масе или жетвених остатака повећава се укупна микробиолошка активност. Међутим различите агротехничке мере могу довести и до поремећаја тих односа што се манифестује смањењем њихове бројности и ензиматске активности.

Одређивање присуства систематских и физиолошких група микроорганизама, бројност појединих родова и врста и активност микробиолошких ензима, представљају један од показатеља опште микробиолошке активности и потенцијалне плодности земљишта. Бројност и ензиматска активност физиолошких група микроорганизама користе се као показатељи протикања појединих микробиолошких процеса.

Структура и функционисање микробних заједница одраз је интеракције бројних абиотичких и биотичких фактора у земљишту. Смањена разноврсност и активност микроорганизама, индикација је загађеног или деградираног земљишта и његове ниске плодности. Поремећаји физичко-хемијских својстава земљишта, високе концентрације тешких метала, пестицида и других загађивача су стресни чиниоци који могу да инхибишу раст и активност микроорганизама. Заступљеност одређених група микробних популација и ензимска активност, показатељи су интензитета микробиолошких процеса, синтезе и разградње органске материје у земљишту. Стога се, у циљу очувања

и заштите агроеколошких система, поред агрохемијских анализа, прати и динамика микробиолошке активности у пољопривредним земљиштима.



У испитиваним земљиштима, бројност и ензимтаска активност микроорганизама зависили су од парцеле и дубине узорковања. Тип земљишта највише је утицао на бројност и активност микроорганизама. У свим узорцима земљишта, бројност испитиваних група микроорганизама мања је на већим дубинама, од 30 до 60 см.

У оквиру укупног броја микроорганизама у земљишту највећи део чине бактерије, а у испитиваним узорцима земљишта, забележена је висока бројност ове групе микроорганизама ( $\times 10^5$ ).

Амонификатори учествују у процесима разлагања и трансформације протеина, а њихова бројност користи се као индикатор садржаја органских једињења азота. На основу бројности и активности амонификатора може се установити да ли је амонијачни азот приступачан за биљке. У испитиваним узорцима забележено је значајно присуство амонификатора ( $\times 10^5$ ).

Олигонитрофили спадају у слободне азотофиксаторе. Азотофиксатори су микроорганизми који захтевају веће присуство лако разградивих угљених хидрата, па им се број повећава након заоравања сламе или стајњака. Значајно присуство ове групе бактерија забележено је и у површинским и у дубљим слојевима ( $\times 10^4$ ) испитиваних узорка земљишта.

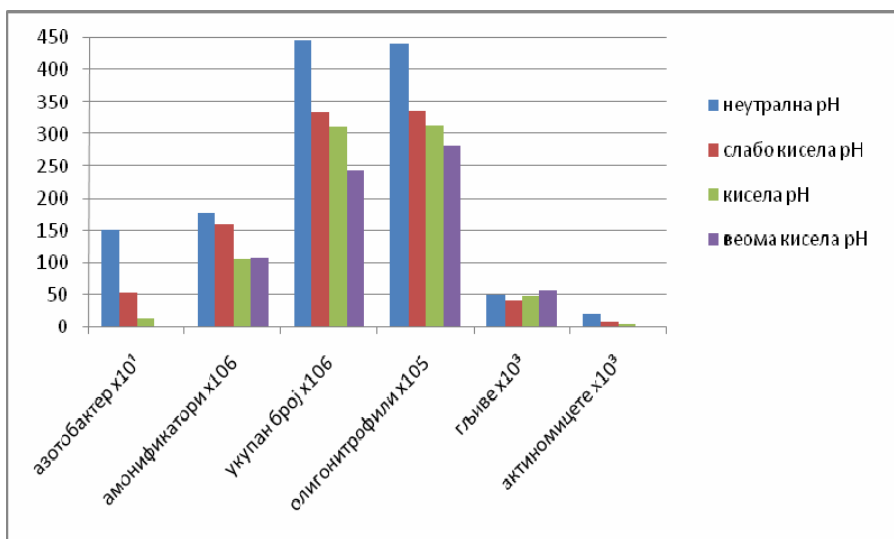
Азотобактер је један од најзначајнијих слободних, аеробних азотофиксатора. Бројност азотобактера зависи од рН реакције средине, од садржаја органске материје, фосфора, влажности и важан је показатељ плодности земљишта.

Врсте рода *Azotobacter* осетљиве су на неповољне услове средине, а нарочито на киселу реакцију земљишта, те у земљиштима где је рН вредност ниска, заступљеност азотобактера је веома слаба или га уопште нема. У испитиваним узорцима земљишта рН реакција се кретала од неутралне до веома киселе што је првенствено утицало на заступљеност азотобактера.

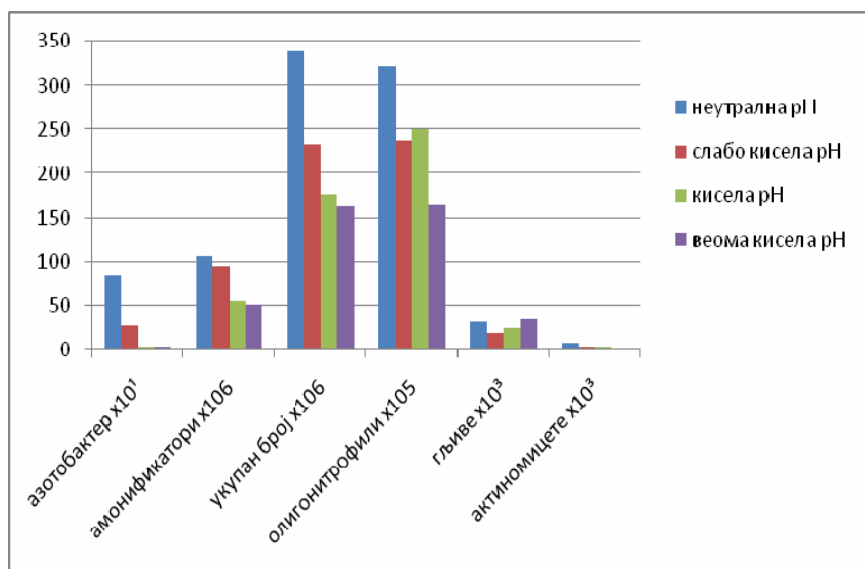
Гљиве и актиномицете продукују велики број ензима неопходних за разлагање сложених органских једињења (целулоза, лигнин, пектин и др.) и учествују у синтези хумуса. Посебна одлика појединих родова и врста актиномицета је да могу да производе антибиотике. У испитиваним земљиштима бројност гљива била је већа је у неутралним и киселим земљиштима, док је значајније присуство актиномицета ( $\times 10^3$ ) забележено у земљиштима неутралне рН реакције. Гљиве и актиномицете су претежно аеробни микроорганизми, па се њихова бројност смањивала у дубљим слојевима земљишта.

Дехидрогеназна активност, показатељ је интензитета оксидоредукционих процеса у земљишту, те је важан индикатор биолошке активности земљишта. Већа активност ензима дехидрогеназе указује на већи интензитет дисања, односно на већу микробиолошку активност. У испитиваним узорцима земљишта, у површинском слоју, забележена је виша дехидрогеназна активност, која опада у дубљим слојевима земљишта, што је повезано са смањеном бројношћу микроорганизама на већим дубинама.

У испитиваним земљиштима у површинским (0-30 cm) и дубљим (30-60 cm) слојевима, рН реакција кретала се од неутралне до веома киселе, што је утицало на развој испитиваних група микроорганизама. Укупан број микроорганизама, бројност амонификатора, олигонитрофила и актиномицета највиши је у земљиштима неутралне рН реакције (графикон 15 и графикон 16). Неутрална средина повољно је утицала на развој азотобактера, чија је просечна бројност у површинском слоју ( $151 \times 10^1$ ) три пута већа него у земљиштима слабо киселе реакције ( $54 \times 10^1$ ) (графикон 15). Веома ниска бројност азотобактера је забележена у земљиштима киселе и веома киселе рН реакције (графикон 15 и графикон 16). У земљиштима веома киселе реакције утврђена је највиша просечна бројност гљива ( $57 \times 10^3$ ) (графикон 15).



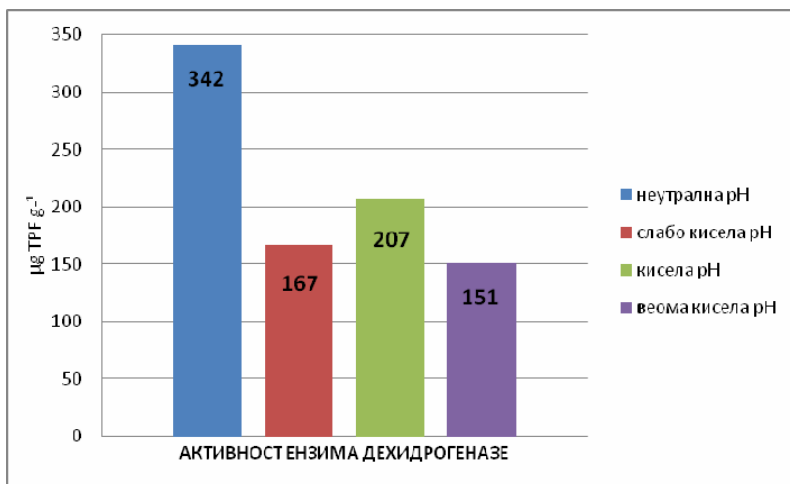
Графикон 15: Бројност микроорганизама у зависности од pH реакције земљишта (0-30 cm)



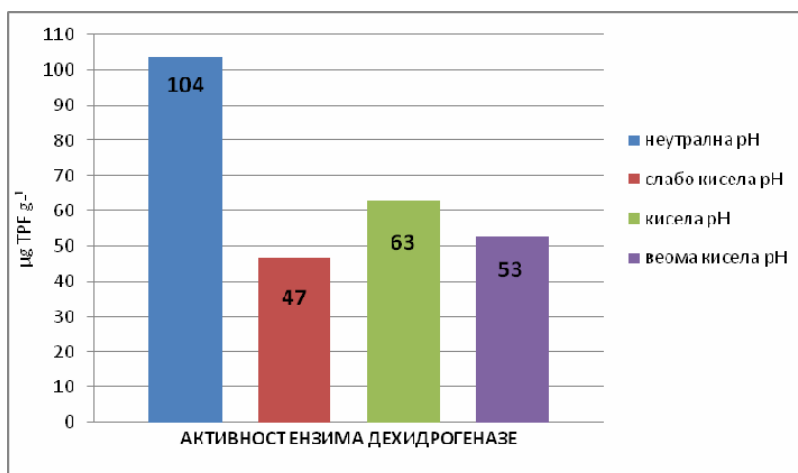
Графикон 16: Бројност микроорганизама у зависности од pH реакције земљишта (30-60 cm)

Дехидрогеназна активност зависила је од pH реакције средине, те је највиша активност (342  $\mu\text{g TRP g}^{-1}$ ) забележена у земљиштима неутралне реакције, а

најнижа у веома киселим земљиштима ( $151 \mu\text{g TPF g}^{-1}$ ) (графикон 17). И у дубљим слојевима, активност ензима дехидрогеназе највиша је у земљиштима неутралне реакције, док се у слабо киселим, киселим и веома киселим земљиштима дехидрогеназна активност није значајно разликовала (графикон 18).



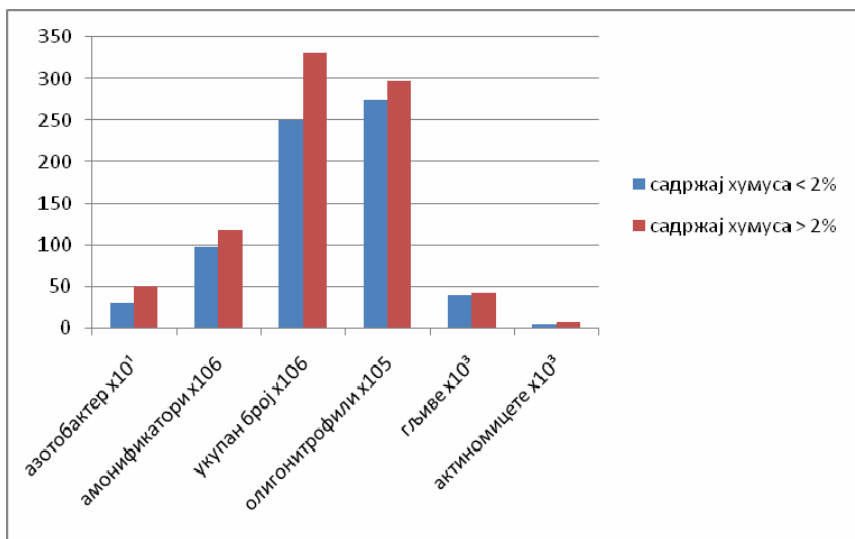
Графикон 17: Активност ензима дехидрогеназе у зависности од рН реакције земљишта (0-30 cm)



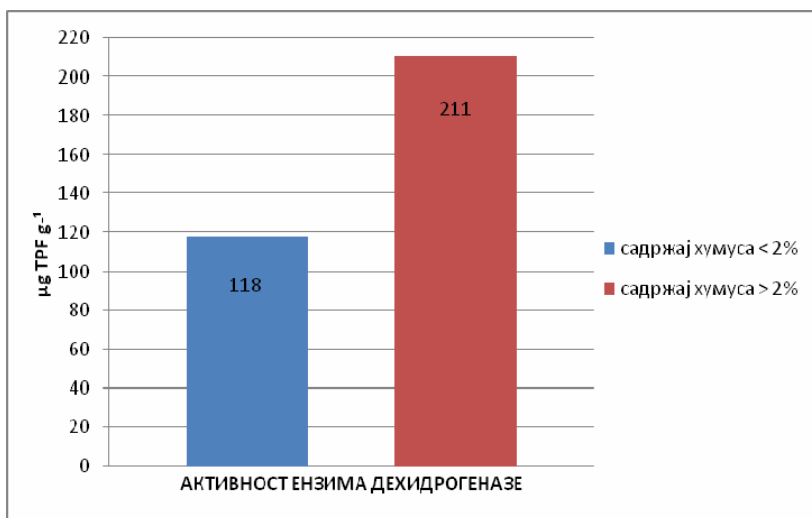
Графикон 18: Активност ензима дехидрогеназе у зависности од рН реакције земљишта (30-60 cm)

Већина земљишних микроорганизама за свој раст и развој захтева органске изворе хранљивих елемената, те је садржај органске материје у земљишту један од ограничавајућих фактора њиховог раста.

У испитиваним земљиштима где је садржај хумуса био виши од 2%, укупан број микроорганизама, бројност амонификатора, олигонитрофила и азотобактера је већа (графикон 19). Већи садржај хумуса позитивно је утицао и на активност микроорганизама. Просечна дехидрогеназна активност у земљиштима са садржајем хумуса изнад 2% била је 211  $\mu\text{g TPF g}^{-1}$ , а у земљиштима где је проценат хумуса нижи од 2% забележена просечна активност овог ензима је 118  $\mu\text{g TPF g}^{-1}$  (графикон 20).



Графикон 19: Бројност микроорганизама у зависности од садржаја хумуса у земљишту



Графикон 20: Активност ензима дехидрогеназе у зависности од садржаја хумуса у земљишту



## **8. СМЕРНИЦЕ ЗА ОЧУВАЊЕ И УНАПРЕЂЕЊЕ ЗЕМЉИШТА НА ОСНОВУ ПРОЈЕКТА: „ УНАПРЕЂЕЊЕ КВАЛИТЕТА ЗЕМЉИШТА ПОД ВОЋЊАЦИМА И РАСАДНИЦИМА (ВОЋА И ВИНОВЕ ЛОЗЕ) У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ “**

- Једна од неопходних анализа које треба радити и у следећим истраживањима је испитвање механичког састава земљишта (процентуалног учешћа појединих фракција ситне земље - песка, праха и глине). Уколико се евидентира повећан удео фракције глине, потребно је урадити мелиоративну меру опескавања у ораничном и подораничном слоју земљишта. Уколико је коришћен песак карбонатан, ова операција би имала и карактеристике калцизације, тј. мелиоративне мере подизања киселе реакције земљишта на неутралну. Уз опескавање (песком који је што ситнији) потребно је истовремено урадити и мелиоративну меру хумизације, тј. уношења органске материје у земљиште. Овим се побољшава мешање и слепљивање са честицама праха и глине и спречава његово испирање, с обзиром да је песак специфично тежи.
- Само плодно земљиште може омогућити оптималну исхрану гајених биљака, које ће тада имати задовољавајућу отпорност на нападе болести и штеточина.
- Грешке учињене приликом заснивања засада се касније врло тешко отклањају, уз велике материјалне трошкове. Зато се приликом заснивања засада мора обратити пажња на све чиниоце који директно или индиректно утичу ову врсту производње.
- Испитивањем у оквиру овог пројекта је утврђено да је један од важних проблема испитиваних парцела њихова повећана киселост. На скоро половини свих посматраних парцела неопходна је мера смањења киселости земљишта. Како за постојеће засаде ова мелиоративна мера може бити прилично агресивна у односу на гајене биљке, као и земљишну флору и фауну (бурна реакција изазвана уношењем велике количине калцизационог средства), овом питању посвећена је значајна пажња. Сви власници земљишних парцела су у појединачним извештајима добили препоруку за вршење мелиоративне мере

калцизације (количину кречног средства и начин примене), којом се овај проблем ефикасно решава.

- Садржај хумуса у испитиваним земљиштима нема задовољавајући ниво. Због тога, уношењу органске материје треба посветити посебну пажњу. Ово је нарочито битно код парцела које су предвиђене за заснивање засада и јако киселом реакцијом, где је потребно обавити и мелиоративну меру калцизације.
- На основу резултата параметара плодности земљишта, на испитиваним локалитетима воћарске и расадничарске производње, можемо констатовати да је присутан јак антропогени утицај. Неадекватна примена ђубрења (поготово код воћњака у експлоатацији), као једне од основних агротехничких мера, нарочито је изражена у погледу обезбеђености земљишта хумусом и фосфором. Рационално коришћење органских и минералних ђубрива се може извести искључиво на основу анализе земљишта. Анализом земљишта на параметре контроле плодности, пољопривредни произвођачи су добили смернице на основу којих се земљиште може одржавати у високој производној кондицији.
- Низак садржај биљкама приступачног фосфора у земљишту је последица првенствено његове киселе реакције. Други разлог је антропогени, тј.недовољан унос органских и минералних ђубрива која садрже фосфор (грешке пољопривредних произвођача при ђубрењу у протеклом периоду). Ако се обезбеђеност фосфора посматра по пореклу узорака, односно начину газдовања, уочава се да је најбоља обезбеђеност земљишта на парцелама под расадничарском производњом.
- У погледу садржаја биљкама приступачног калијума ситуација је нешто повољнија првенствено захваљујући матичним супстратима (богатим калијумом) на којима су формирана земљишта у централном делу Републике Србије.
- На основу извршених анализа јасно се могу уочити разлике у плодности земљишта између расадничарске производње са једне стране и парцела под воћарском производњом или предвиђених за заснивање засада. На овим парцелама (расадници) плодност земљишта значајно је већем нивоу у односу на остале. Како се ради о

врло сличним типовима земљишта можемо закључити да разлику чини само људски, односно економском фактор.

- Будућност воћарске производње у Србији јесте у њеном интензивирању. Међутим без планирања, оптимално изведене агротехнике, подизања плодности земљишта и контролисане исхране биљака не може бити високородне и квалитетне производње у овој перспективној грани пољопривреде.
- У овом истраживању није евидентирано присуство укупног садржаја кобалта, цинка, гвожђа, бабра, кадмијума и живе изнад максимално дозвољене количине према важећој законској регулативи за пољопривредна земљишта.
- На три расадничке парцеле је утврђен повећан садржај укупног арсена, али је садржај, за биљке приступачаног облика врло низак.
- Иста је ситуација и са укупним и приступачним обликом никла и хрома, с тим да је у скоро пловини испитиваних парцела забележен повећан садржај укупног облика изнад МДК
- На четири расадничке парцеле је утврђен висок и укупан и приступачан облик олова у земљишту. Ове парцеле треба искључити у будућности из пољопривредне производње чији производи иду директно у ланац исхране људи и животиња.
- За све парцеле на којима је евидентиран повећан укупан садржај опасних и штетних материја дат је предлог мера за додатно истраживање, као и праћење и смањење њиховог садржаја у земљишту.
- Органохлорни пестициди су детектовани у малом броју узорака и у врло ниским концентрацијама.
- Највећи број позитивних анализа односи се на присуство делта ХЦХ у земљишту (78 % од укупног броја анализираних узорака) и ДДТ (око 89 % од укупног броја узорака). Збир концентрација ХЦХ изомера као и збир концентрација ДДТ и његових метаболита по својим вредностима су далеко ниже од препоручених максимално дозвољених концентрација.

- Може се закључити да је анализирано земљиште у погледу садржаја остатака органохлорних пестицида погодно за воћарску и расадничарску производњу.
- Укупан број микроорганизама ( $\times 10^5$ ), присуство азотобактера, амонификатора ( $\times 10^5$ ), олигонитрофила ( $\times 10^4$ ), гљива ( $\times 10^3$ ), актиномицета ( $\times 10^3$ ) и значајна микробиолошка активност (ДХА), како у површинским (0-30 cm) тако и дубљим слојевима (30-60 cm), указују на добре микробиолошке карактеристике испитиваних земљишта.
- Укупан број микроорганизама ( $\times 10^5$ ), присуство азотобактера, амонификатора ( $\times 10^5$ ), олигонитрофила ( $\times 10^4$ ), гљива ( $\times 10^3$ ), актиномицета ( $\times 10^3$ ) и значајна микробиолошка активност (ДХА), како у површинским (0-30 cm) тако и дубљим слојевима (30-60 cm), указују на добре микробиолошке карактеристике испитиваних земљишта.
- На разноврсност, бројност и активност микроорганизама на испитиваним парцелама највише су утицале физичко-хемијске особине земљишта, првенствено рН реакција и садржај хумуса. У свим узорцима земљишта, бројност испитиваних група микроорганизама мања је на већим дубинама, од 30 до 60 cm. Азотобактер најбрже реагује на промене у спољашњој средини, те је кисела реакција земљишног раствора најзначајније утицала на смањење бројности азотобактера. То је још један елемент који утиче на неопходност примене мере поправке киселих земљишта – калцизацију.
- Многе агротехничке мере могу утицати на смањење бројности и ензиматске активности микроорганизама. У циљу очувања и заштите агроколошких система, важно је пратити и динамику микробиолошке активности у пољопривредним земљиштима која су била предмет истраживања овог Пројекта.

## 9. КЉУЧНА ЛИТЕРАТУРА

Adriano D. Ed.: Trace Elements in Terrestrial Environments, Biogeochemistry, Bioavailability and Risks of Metals. Second Edition. Springer, New York. 2001.

Alloway B.J. Ed.: Heavy Metals in Soils. Second Edition. Blackie Academic and Professional, UK. 1995.

Бошњак, Ђ. Методе истраживања и одређивања физичких својстава земљишта. Југословенско друштво за проучавање земљишта, Комисија за физику земљишта, Нови Сад, 1997.

Buunemann E., Oberson A., Frossard E. (eds). Phosphorus in Action: biological processes in soil phosphorus cycling. Soil biology, vol 26. Springer, Heidelberg 2011.

Жунић, Д., Гарић, М.: Посебно виноградарство - Ампелографија I. Пољопривредни факултет Универзитета у Приштини - Косовској Митровици. Графикоколор, Краљево. 2010.

Јарак, М., Ђурић, С. Практикум из микробиологије. Пољопривредни факултет. Нови Сад, 2006.

Јарак, М., Чоло, Ј. Микробиологија земљишта. Пољопривредни факултет. Нови Сад, 2007.

Кесеровић З., Кораћ Нада, Магазин Н., Гргуревић В., Гвозденовић Д., Бијелић Сандра, Врачевић Бисерка: Производња воћа и грожђа на малим површинама. Пољопривредни факултет. Нови Сад, 2008.

Rengel, Z.: Nutrient Cycling in Terrestrial Ecosystems, Springer, 10: 159-182. 2007.

Убавић М., Богдановић Д.: Агрохемија. Пољопривредни факултет, Нови Сад, 2001.

Убавић М., Кастори Р.: Ђубрење воћњака и винограда. Зорка Суботица, Пољопривредни факултет Нови Сад, 1990.

