Određivanje kemijskog sastava različitih uzoraka tala

Radaš, Lucija

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of Chemistry and Technology / Sveučilište u Splitu, Kemijsko-tehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:167:536037

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of chemistry and technology - University of Split

zir.nsk.hr

UNIVERSITY OF SPLIT

dabar

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U SPLITU

KEMIJSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

ODREĐIVANJE KEMIJSKOG SASTAVA RAZLIČITIH UZORAKA TALA

ZAVRŠNI RAD

LUCIJA RADAŠ

Matični broj: 269

Split, rujan 2017.

SVEUČILIŠTE U SPLITU

KEMIJSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

PREDDIPLOMSKI STUDIJ KEMIJE

Smjer: Kemija

ODREĐIVANJE KEMIJSKOG SASTAVA RAZLIČITIH UZORAKA TALA

ZAVRŠNI RAD

LUCIJA RADAŠ

Matični broj: 269

Split, rujan 2017.

UNIVERSITY OF SPLIT

FACULTY OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

UNDERGRADUATE STUDY OF CHEMISTRY

DETERMINATION OF CHEMICAL COMPOSITION OF DIFFERENT SOIL SAMPLES

BACHELOR THESIS

LUCIJA RADAŠ

Parent number: 269

Split, September 2017.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

ZAVRŠNI RAD

Sveučilište u Splitu

Kemijsko-tehnološki fakultet u Splitu

Preddiplomski studij Kemije

Znanstveno područje: Prirodne znanosti

Znanstveno polje: Kemija

Tema rada je prihvaćena na XXI. sjednici Fakultetskog vijeća Kemijsko-tehnološkog fakulteta.

Mentor: doc. dr. sc. Maša Buljac

Pomoć pri izradi: Josip Radić, mag.chem.

ODREĐIVANJE KEMIJSKOG SASTAVA RAZLIČITIH UZORAKA TLA

Lucija Radaš, 269

Sažetak:

U ovom radu ispitane su kemijske karakteristike tri različita uzorka tala. Određena je njihova kiselost i puferska sposobnost, sadržaj ukupnih karbonata, količina fiziološki aktivnog vapna, udio amonijačnog dušika, sadržaj zamjenjivog aluminija, udio organske tvari te količina humusa.

Prema dobivenim rezultatima svi uzorci spadaju u neutralna do slabo alkalična tla, pripadaju grupi slabo do srednje karbonatnih tala, a razina opskrbljenosti tla fiziološkim vapnom vrlo je niska za sve uzorke. Uočljivo je da sva tla imaju bolju pufersku sposobnost u kiselim medijima. Ni u jednom uzorku nije zabilježena prisutnost aluminija. Udio organske tvari u uzorcima je od 6,7% do 27,8%, a u dva uzorka zabilježen je visok sadržaj humusa. Amonijačni dušik prisutan je u svim uzorcima tla.

Rad je financiran od strane HRZZ projekta BioSMe (IP-2016-06-1316).

Ključne riječi: kiselost, puferska sposobnost,organska tvar, humus

Rad sadrži: 35 stranica, 13 slika,12 tablica, 0 priloga, 11 literaturnih referenci

Jezik izvornika: hrvatski

Sastav Povjerenstva za obranu:

1. doc. dr. sc. Marijo Buzuk	**Predsjednik**
2. izv. prof. dr. sc. Marija Bralić	**Član**
3. doc. dr. sc. Maša Buljac	**Mentor**

Datum obrane: 28.9.2017.

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Kemijsko-tehnološkog fakulteta Split, Ruđera Boškovića 35.

BASIC DOCUMENTATION CARD

BACHELOR THESIS

University of Split

Faculty of Chemistry and Technology Split

Undergraduate study of Chemistry

Scientific area: Natural sciences

Scientific field: Chemistry

Thesis subject was approved by Faculty Council of Faculty of Chemistry and Technology, session no. XXI

Mentor: Maša Buljac,PhD, assistant prof.

Technical assistance: Josip Radić, mag. chem.

DETERMINATION OF CHEMICAL COMPOSITION OF DIFFERENT SOIL SAMPLES

Lucija Radaš, index number: 269

Abstract:

In this bachelor thesis were investigated chemical characteristics different samples of soil. It has been determinate acidity and buffering capacity of the soil samples, content of carbonates, content of physiological active lime, quantity of ammonium nitrogen, content of the exchangeable aluminium, content of organic matter and quantity of humus.

According to obtained results, all samples of soils belong to the group of neutral to slightly alkaline soils, to group of weakly to middle carbonated soils and physiological active lime is slightly contained in all soil samples. It is obvious that all soil samples have a better buffer capacity in acid media. Aluminium was not found in any sample of soil. Content of organic matter is from 6.7 % to 27.1 % and high content of humus has been found in two samples. Ammonia nitrogen is existing in all soil samples.

The research was funded by CSF project BioSMe (IP-2016-06-1316)

Keywords: acidity, buffer capacity, organic matter, humus

Thesis contains: 35 pages, 13 figures, 12 tables, 0 insets, 11 literature references

Original in: Croatian

Defence committee:

1. Marijo Buzuk, PhD prof.	**Chair person**
2. Marija Bralić, PhD full prof.	**Member**
3.. Maša Buljac, Phd assistant prof.	**Supervisor**

Defence date: September 28 2017.

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposed in Library of Faculty of Chemistry and Technology Split**,** Ruđera Boškovića 35.

Završni rad je izrađen u Zavodu za Kemiju okoliša, Kemijsko-tehnološkog fakulteta u Splitu pod mentorstvom doc. dr. sc. Maše Buljac, u razdoblju od travnja do rujna 2017. godine.

Rad je financiran od strane HRZZ projekta BioSMe (IP-2016-06-1316).

ZAHVALA

Zahvaljujem mentorici doc. dr. sc. Maši Buljac na stručnoj pomoći, strpljenju i prenesenom znanju prilikom izrade ovog rada.

Također zahvaljujem asistentu Josipu Radiću i ostalom osoblju Zavoda za kemiju okoliša na savjetima i pomoći prilikom izrade eksperimentalnog dijela rada.

Najveća hvala mojoj obitelji i prijateljima na podršci tijekom studiranja.

Lucija

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

U ovom završnom radu određivana su/je:

- Kiselost uzoraka tala
- Puferska sposobnost
- Ukupni karbonati u uzorcima tala
- Fiziološki aktivno vapno
- Sadržaj amonijačnog dušika i zamjenjivog aluminija u tlu
- Količina organske tvari i humusa u uzorcima tala

SAŽETAK

ODREĐIVANJE KEMIJSKOG SASTAVA RAZLIČITIH UZORAKA TALA

U ovom radu ispitane su kemijske karakteristike tri različita uzorka tala. Određena je njihova kiselost i puferska sposobnost, sadržaj ukupnih karbonata, količina fiziološki aktivnog vapna, udio amonijačnog dušika, sadržaj zamjenjivog aluminija, udio organske tvari te količina humusa.

Prema dobivenim rezultatima svi uzorci spadaju u neutralna do slabo alkalična tla, pripadaju grupi slabo do srednje karbonatnih tala, a razina opskrbljenosti tla fiziološkim vapnom vrlo je niska za sve uzorke. Uočljivo je da sva tla imaju bolju pufersku sposobnost u kiselim medijima. Ni u jednom uzorku nije zabilježena prisutnost aluminija. Udio organske tvari u uzorcima je od 6,7% do 27,8%, a u dva uzorka zabilježen je visok sadržaj humusa. Amonijačni dušik prisutan je u svim uzorcima tla.

Ključne riječi: kiselost, puferska sposobnost, organska tvar, humus

ABSTRACT

DETERMINATION OF CHEMICAL COMPOSITION OF DIFFERENT SOIL SAMPLES

In this bachelor thesis were investigated chemical characteristics different samples of soil. It has been determinates acidity and buffering capacity of the soil samples, content of carbonates, content of physiological active lime, quantity of ammonium nitrogen, content of the exchangeable aluminium, content of organic matter and quantity of humus.

According to obtained results, all samples of soils belong to the group of neutral to slightly alkaline soils, to group of weakly to middle carbonated soils and physiological active lime is slightly contained in all soil samples. It is obvious that all soil samples have a better buffer capacity in acid media. Aluminium was not found in any sample of soil. Content of organic matter is from 6.7 % to 27.1 % and high content of humus has been found in two samples. Ammonia nitrogen is existing in all soil samples.

Keywords: acidity, buffer capacity, organic matter, humus

SADRŽAJ

UVOD 1
1. OPĆI DIO 2
1.1. PLODNOST TLA 3
1.2. STRUKTURA I POROZNOST TLA 3
1.3. MINERALNI DIO TLA 3
1.3.1. ELEMENTARNI SASTAV TLA 4
1.4. KISELOST I LUŽNATOST TLA 5
1.4.1. PUFERSKA SPOSOBNOST TLA 6
1.5. KEMIJSKI SPOJEVI U TLU 6
1.5.1. SPOJEVI KALIJA, KALCIJA I MAGNEZIJA 6
1.5.2. ALUMINIJ U TLU 6
1.5.3. DUŠIK U TLU 7
1.6. ORGANSKA TVAR TLA 8
1.6.1. HUMUS 8
2. EKSPERIMENTALNI DIO 10
2.1. PRIPREMA UZORAKA TLA 11
2.2. KEMIJSKE ANALIZE 11
2.2.1. KEMIKALIJE 11
2.2.2. PRIPRAVA OTOPINA 12
2.2.2.1. PRIPRAVA OTOPINE KCl, c(KCl) = 0,1 M 12
2.2.2.2. PRIPRAVA OTOPINE HCl, c(HCl) = 4 M 12
2.2.2.3. PRIPRAVA OTOPINE HCl, c(HCl) = 0,1 M 12
2.2.2.4. PRIRAVA OTOPINE $KMnO_4$, $c(KMnO_4)$ = 0,2 M 12
2.2.2.5. PRIRAVA OTOPINE $KMnO_4$, $c(KMnO_4)$ = 0,02 M 12
2.2.2.6. PRIPRAVA OTOPINE $(NH_4)_2C_2O_4$, $c((NH_4)_2C_2O_4)$ = 0,2 M 12
2.2.2.7. PRIPRAVA OTOPINE NaOH, c(NaOH) = 0,1 M 12
2.2.2.8. PRIPRAVA OTOPINE NaOH, c(NaOH) = 0,01 M 13
2.2.2.9. PRIPRAVA OTOPINE $H_2C_2O_4$, $c(H_2C_2O_4)$ = 0,05 M 13
2.2.2.10. PRIPRAVA OTOPINE K_2SO_4, $c(K_2SO_4)$ = 0,2 M 13
2.2.3. ODREĐIVANJE KISELOSTI TLA 13

2.2.4. ODREĐIVANJE PUFERSKE SPOSOBNOSTI TLA 15
2.2.5. ODREĐIVANJE UKUPNIH KARBONATA U TLU 15
2.2.6. ODREĐIVANJE FIZIOLOŠKI AKTIVNOG VAPNA (% CaO) METODOM PO GALLET- U 16
2.2.7. ODREĐIVANJE ZAMJENJIVOG ALUMINIJA U TLU METODOM PO SOKOLOV-U 18
2.2.8. ODREĐIVANJE SADRŽAJA AMONIJAČNOG DUŠIKA U TLU 19
2.2.9. ODREĐIVANJE ORGANSKE TVARI 20
2.2.10. ODREĐIVANJE KOLIČINE HUMUSA PO KOTZMAN-U 21
3. REZULTATI I RASPRAVA 22
3.1. KISELOST TLA 23
3.2. PUFERSKA SPOSOBNOST 24
3.3 KARBONATI 26
3.4. FIZIOLOŠKI AKTIVNO VAPNO 27
3.5. ALUMINIJ U TLU 27
3.6. AMONIJAČNI DUŠIK U TLU 28
3.7.ORGANSKA TVAR 29
3.8. HUMUS 30
4. ZAKLJUČAK 32
5. LITERATURA 34

UVOD

Tlo je prirodni sustav kojeg čine organske i anorganske sastavnice. Nastaje složenim procesima mehaničkog i kemijskog trošenja matičnih stijena tijekom dugog geološkog razdoblja pod utjecajem tektonskih poremećaja i djelovanjem atmosferskih čimbenika. U ovisnosti o svojstvima litološke podloge određeno je morfološkim, fizikalnim, kemijskim i biološkim karakteristikama.

Tlo je rastresiti sloj Zemljine kore sastavljen od krute, tekuće i plinovite faze, smješten između litosfere i atmosfere, a nastalo djelovanjem i procesima u atmosferi, biosferi, hidrosferi i litosferi.[1]

Po svojim fizikalnim karakteristikama tlo je višefazni sustav, sastavljen od krute, tekuće i plinovite faze. Sve se faze nalaze u međusobnoj vezi, s obzirom na procese koji se odvijaju u tlu. Najviše je zastupljena čvrsta faza koja se sastoji od mineralnog i organskog dijela, od čega je 45% mineralna komponenta, a 5% organska. Ostalih 50 % čine tekuća i plinovita faza u različitim odnosima, s obzirom na vlažnost zemljišta. Tekuću fazu čine voda i njene otopljene tvari, a plinovitu zrak. Osnovna fizikalna svojstva su: mehanički sastav, struktura, gustoća, poroznost i konzistencija.

Kemijske značajke vrlo su bitan čimbenik plodnosti tla. Procesima biološkog, kemijskog i fizikalnog trošenja stijena oslobađaju se i troše minerali, a u otopini tla pojavljuju se ioni koje biljka koristi kao hranu. Neki spojevi topivi su u vodi i podložni ispiranju te se uključuju u geološko kruženje tvari i energije, a drugi ulaze u biološko kruženje tvari i energije i na taj se način vraćaju u tlo.[2] Važna kemijska svojstva su kiselost tla, puferska sposobnost, oksidacijsko – redukcijski procesi, količina organske tvari i humusa prisutnog u tlu.

U okviru ovog rada obrađeni su rezultati dobiveni analizom različitih uzoraka tla ispitanih prema kemijskim svojstvima koja se koriste za određivanje pogodnosti tla.

1. OPĆI DIO

1.1. PLODNOST TLA

Plodnost tla je njegova sposobnost da biljci osigura dovoljno hranjiva, vode, zraka i topline, to jest da osigurava normalne uvjete za rast i razvoj, a čine ju fizikalna, kemijska i biološka svojstva tla. Najlakše se definira preko količine organske tvari koje biljke mogu sintetizirati na nekom prirodnom ili djelomično uređenom zemljištu tijekom vegetacijskog razdoblja. Ovisi o tipu tla, teksturi, vodnom i toplinskom režimu, raspoloživosti hranjiva, sadržaju humusa, mikrobiološkom djelovanju i primjeni.[3]

1.2. STRUKTURA I POROZNOST TLA

Mehanički elementi u tlu međusobno se povezuju u veće nakupine – strukturne agregate. Prema podrijetlu agregate dijelimo na prirodne i antropogene, a prema obliku na stubaste, prizmatične, mrvičaste i plosnate. Struktura je jedna od najvažnijih čimbenika plodnosti tla.[4]

Slobodni prostori između strukturnih agregata nazivaju se pore ili šupljine tla, a poroznost tla je njihov ukupan sadržaj u volumnim postotcima. Pore su ispunjene ili zrakom ili vodom.[4] Količina zraka ovisi o tipu tla, teksturi, vlažnosti i zbijenosti. Tekuću fazu u tlu predstavlja vodena otopina soli i plinova. Ona je najaktivnija sastavnica tla. Ima veliki utjecaj na plodnost tla, a voda je izvor kisika i vodika potrebnih za sintezu organskih spojeva; ima nezamjenjivu ulogu u procesima mineralne ishrane biljaka.

1.3. MINERALNI DIO TLA

Tlo je trofazni sustav sastavljen od krute, tekuće i plinovite faze koje se neprestano mijenjaju u prirodnim ciklusima s ciljem oslobađanja hranjivih elemenata neophodnih za život biljaka i mikroorganizama u tlu. Kruta faza sastavljena je od mineralne i organske faze.

Anorgansku komponentu čvrste tvari čine mineralne tvari porijeklom iz litosfere; eruptivne, magmatske i sedimentne stijene. Tu ubrajamo fragmente čvrstih stijena (šljunak i kamen), međuproizvode trošenja i neogeneze, nesilikatne materijale, okside silicija, mangana i željeza te sekundarne alumosilikate (minerali gline).

Minerale koji ulaze u sastav tla dijelimo na primarne i sekundarne. Primarni minerali sastavni su dio eruptivnih stijena nastalih kristalizacijom magme, ali mogu biti i sastavni dio metamorfnih i sedimentnih stijena.[2] Najrasprostranjeniji primarni minerali su

minerali silikata i alumosilikata (liskuni, kvarc...). Sekundarni minerali rezultat su trošenja primarnih ili su nastali sintezom iz produkata trošenja neogenetskim putem.[2] Zajedno s organskom tvari predstavljaju aktivnu frakciju tla. Imaju svojstva koloida, negativno su nabijeni te mogu sorbirati katione. Svrstavamo ih u tri skupine: kaoliniti, smektiti (montmoriloniti), iliti.

Najvažniji čimbenik kemijskog razlaganja u zemljištu je voda kao i prisustvo kisika te organske kiseline. Osnovne reakcije pri razlaganju minerala su: hidratacija, hidroliza, otapanje i redoks-reakcije.

1.3.1. ELEMENTARNI SASTAV TLA

Elementarni sastav tla čine s preko 98% kisik, silicij, željezo, kalij, kalcij, aluminij, natrij i vodik, a preostalih 2% čine ugljik, dušik, sumpor i fosfor.[2]

S obzirom na potrebe biljke elementi se dijele na makroelemente i mikroelemente koji se još nazivaju i biogeni elementi, a njihovo djelovanje može biti direktno (izgradnja biljnog tkiva i ugradnja u organsku tvar) i indirektno (potiču pufersku sposobnost, reguliraju osmotski tlak u stanici...). U makroelemente koje biljka koristi za rast i razvoj u velikim količinama ubrajaju se: ugljik, vodik, kisik, dušik, fosfor, kalij, sumpor, kalcij, magnezij i željezo. U mikroelemente koje biljka treba u malim količinama spadaju: mangan, bor, cink, bakar i molibden. Biljka ove elemente uzima iz tla kao:

- katione (K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, NH_4^+...)

- anione (NO_3^-, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}...)

Kisik – biogeni element. U pedosferi ga ima oko 49%. Važan je za oksidacijsko – redukcijske procese u tlu.

Vodik – pojavljuje se prilikom trošenja primarnih minerala. Ioni vodika su vrlo mobilni i aktivni u tlu. Nalaze se slobodni u otopini tla ili vezani na adsorpcijskom kompleksu.

Ugljik – biogeni element. U tlu se nalazi u organskoj tvari u obliku karbonata i u zraku tla kao CO_2. U pedosferi ga ima prosječno 2%.

Dušik – u pedosferi ga ima od 0,1 do 0,2%. Biljka ga prima u obliku NH_4^+ i NO_3^- iona

Fosfor – biogeni element, a u pedosferi ga ima 0,08% u obliku fosfata.

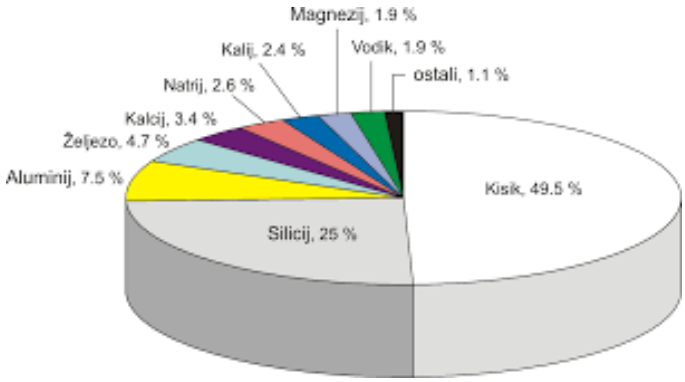
Kalij – biogeni element, a u tlu se nalazi u količini od 2,4%. Sastavni je dio primarnih i sekundarnih minerala, a u tlu se nalazi u ionskom obliku.

Kalcij – biogeni element kojeg u pedosferi ima 3,4%. U tlu se najviše pojavljuje u obliku karbonata, sulfata i klorida. Sprječava nepovoljno djelovanje vodikovih iona – zakiseljavanje.

Magnezij – biogeni element, a u tlu ga ima 1,9%. U tlu je adsorbiran na adsorpcijski kompleks. Povoljno utječe na strukturu tla.

Sumpor – biogeni element koji se u tlu nalazi u obliku sulfata, sulfida i sastavni je dio organske tvari.

Željezo – biogeni element, u pedosferi ga ima 4,7%. U tlu se najvećim dijelom nalazi u obliku oksida, a ovisno o stupnju hidratiziranosti, tlu daje različite nijanse crvene i smeđe boje.[1]



Slika 1. Sadržaj kemijskih elemenata u litosferi

1.4. KISELOST I LUŽNATOST TLA

Razlikujemo aktualnu (reakcija tla) i potencijalnu (supstitucijsku i hidrolitsku) kiselost tla. Aktualna kiselost je kiselost tla suspendiranog u destiliranoj vodi, a supstitucijska je kiselost tla suspendiranog u otopini (npr. otopina KCl-a). Potencijalnom kiselošću nazivamo sposobnost tla da se pri reagiranju s otopinama ponaša kao kiselina. Za razliku od aktualne kiselosti tla, potencijalna kiselost predstavlja vodikove ione te aluminijeve i željezne ione vezane na adsorpcijskom kompleksu tla. Ovisno o jačini vezanja vodika na adsorpcijski kompleks razlikujemo supstitucijsku kiselost i hidrolitičku kiselost. Pod supstitucijskom kiselošću smatraju se slabije vezani vodikovi, aluminijevi i

željezni ioni na adsorpcijskom kompleksu tla koji se mogu zamijeniti kationima iz neutralnih soli. Hidrolitičku kiselost čine vodikovi ioni koji su vrlo čvrsto vezani na adsorpcijskom kompleksu tla i mogu se zamijeniti kationima I i II skupine elemenata.

Ako je pH vrijednost tla manja od 6, tlo je kiselo, a ako je veća od 8, tlo je alkalno. Neutralna tla imaju pH vrijednost od 6 do 8. Većina biljaka za svoj dobar rast i razvoj traži plodna tla, povoljne strukture i odgovarajuće reakcije (pH neutralne do slabo kisele pH = 5,5 – 7,5). Vrijednosti iznad ili ispod navedenog pH negativno utječu na urod, plodnost tla i slabije djelovanje primljenih gnojiva. Na kiselost tla utječu klimatski uvjeti, vegetacija te čovjekova proizvodno – poljoprivredna djelatnost.

1.4.1. PUFERSKA SPOSOBNOST TLA

Puferska sposobnost tla njegova je sposobnost da se svojim unutrašnjim mehanizmom opire promjeni pH – vrijednosti dodatkom kiseline ili lužine. Ova sposobnost ovisi o tome postoje li u tlu tvari sa svojstvima pufera. Ulogu pufera u tlu imaju:

- ugljična kiselina i njene soli (karbonati i bikarbonati kalcija i magnezija), kao i organske kiseline i njihove soli
- adsorpcijski kompleks tla

1.5. KEMIJSKI SPOJEVI U TLU

1.5.1. SPOJEVI KALIJA, KALCIJA I MAGNEZIJA

Najrasprostranjenije soli kalija, kalcija i magnezija su karbonati ($CaCO_3$, $MgCO_3$+$CaCO_3$). Nastaju taloženjem iz koncentriranih otopina ili iz izumrlih organizama. $CaCO_3$ je veoma rasprostranjen na Zemljinoj površini, razlikuje se po čvrstoći i stupnju iskristaliziranosti. Uz karbonate nalazimo i sedimente kalcija u obliku gipsa ($CaSO_4$ x $2H_2O$). Kalij, magnezij i kalcij su kationi koji igraju važnu fiziološku ulogu i koje biljke koriste u većim količinama.

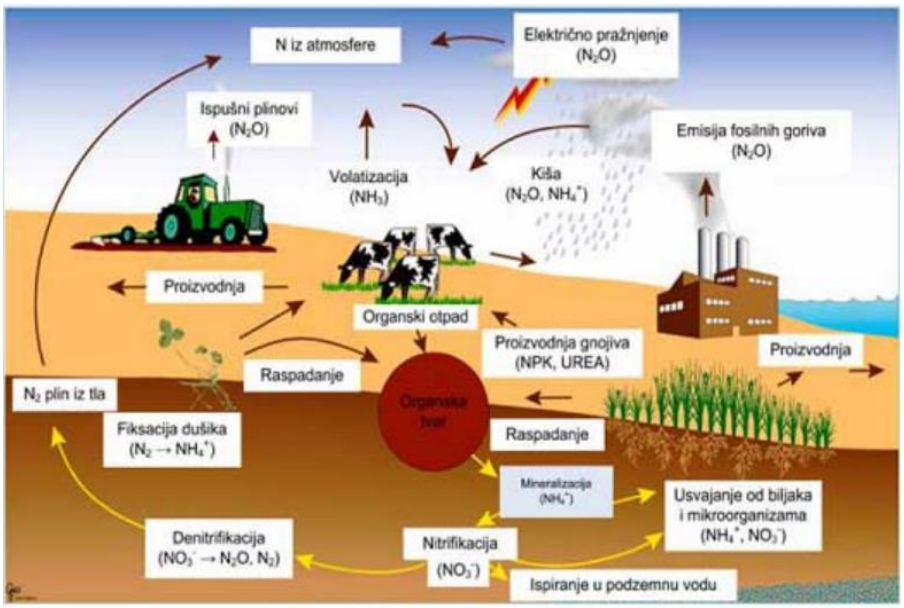
1.5.2. ALUMINIJ U TLU

Aluminij je jedan od najzastupljenijih elemenata u litosferi. Gradivni je element sekundarnih minerala, a u vodenoj fazi tla može biti slobodan kad je pH ispod 5. Utječe na rast više biljnih vrsta (kukuruz, šećerna repa i dr.).

1.5.3. DUŠIK U TLU

Dušik se javlja u svim sastavnicama okoliša, počevši od atmosfere gdje ga u sastavu zraka ima 79% ili se javlja kao onečišćujuća tvar u obliku različitih oksida. Pri svom kruženju u okolišu, dušik se mijenja i neprestano prelazi iz jednog oblika u drugi. Atmosferski dušik djelovanjem bakterija ulazi u tlo (proces fiksacije N_2). [5]

U tlu se nalazi u obliku organskih i anorganskih spojeva. Organski dio predstavlja humus i nepotpuno razloženi biljni i životinjski ostaci, a mineralni dio predstavlja samo mali dio ukupnog dušika u tlu, uglavnom u količini koja je nedovoljna za ishranu poljoprivrednih vrsta biljaka.[6] Ukupna količina dušika u tlu ovisi o klimi, vegetaciji, matičnom supstratu i starosti tla. Pristupačne količine dušika u tlu uglavnom su nedovoljne za postizanje visokih poljoprivrednih prinosa, stoga je potreban unos dušika gnojidbom. Mineralni oblici dušika u tlu su: NH_4^+, NO, NO_2, N_2O, NO_3^- i NO_2^-. Biljke u prehrani koriste anorganski dušik u obliku amonijevog ili nitratnog iona. Amonijev ion je pogodniji zbog mogućnosti neposrednog ugrađivanja u organske tvari, a nitratni ion prvo se mora reducirati do amonijaka. Kapacitet nekog tla za vezivanje amonijaka povećavaju prisutni Mg^{2+}, Ca^{2+} i Na^+.



Slika 2. Kruženje dušika u prirodi

1.6. ORGANSKA TVAR TLA

Organsku tvar tla čini grupa ugljikovih spojeva nastalih od ostataka živih organizama koji su potpuno ili djelomično razloženi i bitno je različita od tvari od koje je nastala. Organska tvar uvelike utječe na strukturu tla kapacitet tla za vodu te predstavlja izvor energije za mikrorganizme tla. Prisutnost organske tvari karakteristično je svojstvo tla po kojem se ono razlikuje od matičnog supstrata. Supstrat postaje tlo tek onda kad se u njemu pojavi organska tvar.[3]

Uz ugljik i vodik u sastavu organske tvari nalazimo i kisik, dušik, sumpor i fosfor. Ugljik i dušik podrijetlom su iz atmosfere, a u tlo su uneseni asimilacijskim procesima viših biljaka i mikroorganizama. Sumpor potječe iz atmosfere, a fosfor iz materijala od kojeg je nastalo neko tlo.

Organski dio tla dijeli se na:[3]
- nepotpuno razgrađeni biljni i životinjski ostaci
- humus

Sadržaj organske tvari u tlu može se postupno povećavati, smanjivati ili držati na istoj razini.

1.6.1. HUMUS

Humus je specifična tamna organska tvar koja nastaje procesom razgradnje organske tvari do jednostavnih spojeva djelovanjem mikroorganizama, te njihovom sintezom, polimerizacijom i kondezacijom.

Humusne tvari u tlu mogu se podijeliti na nespecifične (nehuminske) i specifične (huminske). Nespecifične humusne tvari lakše se razgrađuju i služe kao izvor hrane i energije za biljke i mikroorganizme. U njih ubrajamo monosaharide, aminokiseline, različite organske kiseline i slično. Nazivaju se hranidbenim humusom jer se lako razgrađuju pod utjecajem mikroorganizama.[2]

Specifične humusne tvari su visoko molekularni spojevi tamne boje nastale humifikacijom. Nastaju kondenzacijom i polimerizacijom i imaju svojstva kiseline. Dijele se na:

- huminske kiseline (smeđa, siva, himatomelanska)
- fulvokiseline (krenska, apokrenska)

- humin

2. EKSPERIMENTALNI DIO

2.1. PRIPREMA UZORAKA TLA

Uzorci vrsta tala ispitivanih u ovom radu uzeti su s tri lokacije:

- uzorak 1 – Brač
- uzorak 2 – poljoprivredno gospodarstvo Gata
- uzorak 3 – park šuma Marjan

Prije ispitivanja uzorci su osušeni na zraku u laboratoriju, na sobnoj temperaturi. Nakon toga su usitnjeni u tarioniku i prosijani kroz sita različitih veličina. Posljednje korišteno sito imalo je veličinu pora 50 μm. Nakon prosijavanja uzorci su podvrgnuti kemijskoj analizi.



Slika 3. Prosijavanja uzorka

2.2. KEMIJSKE ANALIZE

2.2.1. KEMIKALIJE

Pri izradi ovog rada korištene su sljedeće kemikalije:

- kalijev klorid (KCl), Kemika, p.a., CAS:7447-40-7

- klorovodična kiselina (HCl), (w=36,5 %), Kemika, p.a., CAS: 7647-01-02

- amonijev oksalat monohidrat ($(NH_4)_2C_2O_4$ x H_2O), Kemika, p.a., CAS:6009-707

- sumporna kiselina 96 % (H_2SO_4), Kemika, CAS:7664-93-9

- kalijev permanganat ($KMnO_4$), Kemika p.a., CAS:7722-64-7

- natrijev hidroksid (NaOH), Kemika p.a., CAS:1310-73-2

- oksalna kiselina ($H_2C_2O_4$), Kemika p.a., CAS:6153-56-6

- kalijev natrijev tartarat tetrahidrat 25 % ($C_4H_4KNaO_6 \times 4H_2O$), Kemika p.a.

CAS:6381-59-5

- Nesslerov reagens, Kemika, CAS:7783-33-7

- dušična kiselina 65%, (HNO_3), Suprapur, Merck KGaA, Batch: Z0362141

- vodikov peroksid 30% (H_2O_2), Suprapur, Merck KGaA, Batch:Z280218

2.2.2. PRIPRAVA OTOPINA

2.2.2.1. PRIPRAVA OTOPINE KCl, *c*(KCl) = 0,1 M

Za pripravu 1 L otopine KCl, *c* (KCl) = 0,1 M izvagano je 7,456 g KCl. Izvagani KCl otopljen je u 1 L prokuhane destilirane vode.

2.2.2.2. PRIPRAVA OTOPINE HCl, *c*(HCl) = 4 M

Za pripravu otopine HCl, *c*(HCl) = 4 M otpipetirano je 34 ml HCl i dodano u odmjernu tikvicu od 100 mL te razrijeđeno do oznake.

2.2.2.3. PRIPRAVA OTOPINE HCl, *c*(HCl) = 0,1 M

Za pripravu otopine HCl, *c*(HCl) = 0,1 M mikropipetom je otpipetirano 12,5 mL 4 M HCl u odmjernu tikvicu od 500 mL i razrijeđeno destiliranom vodom do oznake.

2.2.2.4. PRIRAVA OTOPINE $KMnO_4$, *c*($KMnO_4$) = 0,2 M

Za pripravu otopine $KMnO_4$, *c*($KMnO_4$) = 0,2 M izvagano je 15,8034 g $KMnO_4$, i otopljeno u 500 mL destilirane vode.

2.2.2.5. PRIRAVA OTOPINE $KMnO_4$, *c*($KMnO_4$) = 0,02 M

Otpipetirano je 50 mL 0,2 M $KMnO_4$ i razrijeđeno u tikvici od 500 mL destiliranom vodom do oznake.

2.2.2.6. PRIPRAVA OTOPINE $(NH_4)_2C_2O_4$, *c*($(NH_4)_2C_2O_4$) = 0,2 M

Izvagano je 14,211 g $(NH_4)_2C_2O_4$, i otopljeno u 500 mL destilirane vode.

2.2.2.7. PRIPRAVA OTOPINE NaOH, *c*(NaOH) = 0,1 M

Izvagano je 1,9998 g NaOH i otopljeno u 500 mL destilirane vode.

2.2.2.8. PRIPRAVA OTOPINE NaOH, *c*(NaOH) = 0,01 M

Otpipetirano je 20 mL 0,1 M NaOH, dodano u odmjernu tikvicu od 200 mL i razrijeđeno destiliranom vodom do oznake.

2.2.2.9. PRIPRAVA OTOPINE $H_2C_2O_4$, *c*($H_2C_2O_4$) = 0,05 M

Izvagano je 0,9003 g $H_2C_2O_4$ i otopljeno u 200 mL destilirane vode.

2.2.2.10. PRIPRAVA OTOPINE K_2SO_4, *c*(K_2SO_4) = 0,2 M

Izvagano je 17,425 g K_2SO_4 i otopljeno u 500 mL destilirane vode.

2.2.3. ODREĐIVANJE KISELOSTI TLA

pH reakcija tla određuje se pH-metrom pomoću kombinirane pH elektrode. Određuje se aktualni i supstitucijski aciditet. Supstitucijski aciditeta trebao bi biti viši od aktualnog.

Postupak: [7]

1. U dvije čašice od 50 mL izvagano je po 10 g na zraku osušenog tla.

2. U jednu čašicu je dodano 25 mL prokuhane destilirane vode, a u drugu 25 mL 0,1 M otopine KCl-a. Destilirana voda koja se koristi u eksperimentu treba biti zagrijana do vrenja, a zatim ohlađena do sobne temperature, radi odstranjivanja otopljenog CO_2 koji snižava pH-reakcije.

3. Suspenzije u obje čašice trebaju odstajati najmanje 30 min, uz povremeno miješanje, a čašice trebaju biti pokrivene satnim staklom.

4. Reakcija tla se mjeri pH-metrom pomoću kombinirane elektrode. Prije mjerenja potrebno je baždariti pH-metar pomoću pufera poznatog pH i profiltrirati tlo.

5. Prema izmjerenoj pH-reakciji tlo se svrstava u jednu od grupa.

Potrebni materijal:

- Tehnička vaga
- pH-metar i kombinirana elektroda
- Dvije čašice od 50 mL
- Puferi za baždarenje (pH=4 i pH=9)
- 0,1 M otopina KCl

- Prokuhana destilirana voda
- Tlo osušeno na zraku



Slika 4. pH-metar

Tablica 1.Podjela uzoraka tla prema pH – vrijednosti tla otopljenog u destiliranoj vodi (prema Gračaninu)[8]

Grupa tla	**pH – vrijednost**
vrlo jako kisela	< 4
jako kisela	4-5
umjereno kisela	5-6
slabo kisela do neutralna	6-7
neutralna do slabo kisela	7-8
umjereno alkalična	8-9
jako alkalična	9-10
vrlo jako alkalična	>10

2.2.4. ODREĐIVANJE PUFERSKE SPOSOBNOSTI TLA

Postupak:

1. U deset odmjernih tikvica volumena 100 mL pripremljene su otopine kiseline i lužine različitih koncentracija, tako da je u pet odmjernih tikvica pipetirano 1, 2, 4, 8 i 16 mL 0,1 M otopine HCl-a, a u drugih pet odmjernih tikvica iste količine 0,1 M otopine NaOH (tikvice su nadopunjene destiliranom vodom do 100 mL). Odmjerne tikvice s odgovarajućim koncentracijama kiseline i lužine potrebno je označiti flomasterom.

2. U deset čašica od 100 mL na tehničkoj vagi izvagano je po 5 g na zraku osušenog tla. Čašice je također potrebno označiti flomasterom, istim oznakama kao i odmjerne tikvice.

3. Iz odmjernih tikvica (može i uz pomoć čašice) mjereno je po 25 mL odgovarajuće otopine kiseline ili lužine i preliveno po tlu u čašicama. Suspenzije trebaju odstajati najmanje 30 minuta uz povremeno miješanje.

4. U deset praznih čašica (potrebno ih je označiti flomasterom istim oznakama kao i odmjerne tikvice) dodano je preostalih 50 mL kiseline i lužine iz odmjernih tikvica.

5. Nakon 30 min. pomoću pH-metra se mjeri pH-vrijednost suspenzija u čašicama, te pH-vrijednost kiseline/lužine u čašicama s oznakama. Kod mjerenja se počinje s najnižim koncentracijama kiseline ili lužine.

6. Izmjerena pH-vrijednost upisana je u tablici, a zatim su rezultati prikazani grafički.

2.2.5. ODREĐIVANJE UKUPNIH KARBONATA U TLU

Udio karbonata u sedimentu određen je gravimetrijski.[9] U prethodno izvaganu Erlenmeyerovu tikvicu od 250 mL stavljeno je oko 1 g suhog zraka. U tikvicu je stavljena posudica s 5 mL 4 M HCl-a. Tikvica je zatvorena gumenim čepom, kroz koji prolazi staklena cjevčica. Staklena cjevčica je s obje strane zatvorena vatom, a u njoj se nalazi $CaCl_2$. Tikvica je prethodno izvagana. Na staklenu cjevčicu stavljena je plastična cjevčica i još jedna staklena cjevčica koja je također napunjena s $CaCl_2$. Tikvica se nagne tako da se HCl prelije preko tla. U iduća dva sata, tikvica je češće miješana da uzorak bude u dodiru s kiselinom. Nakon dva sata skinuta je gornja staklena cjevčica i plastična cjevčica, a tikvica je ponovno izvagana. Izračuna se razlika u masi u gramima i označi s

P. Cijeli postupak se ponovi s 0,1 g $CaCO_3$, a razlika u masi u gramima označi se s Q. Postotak karbonata izračuna se prema jednadžbi:

$$\%CaCO_3 = \frac{P/Q}{m} \times 100 \qquad (1)$$

Tablica 2. Prikaz udjela karbonata u uzorcima

Karbonati	**Interpretacijske vrijednosti**
<10%	slabo karbonatno
10-30%	srednje karbonatno
<30%	jako karbonatno

2.2.6. ODREĐIVANJE FIZIOLOŠKI AKTIVNOG VAPNA (% CaO) METODOM PO GALLET- U

U čaši od 400 mL izvagano je 2,5 g na zraku osušenog tla i preliveno s 250 mL 0,2 M amonijevog oksalata. Uzorak je mućkan na rotacijskoj mućkalici 2 sata, nakon čega je kvantitativno preko filter papira prenesen u Erlenmayerove tikvice volumena 250 mL. Prvih nekoliko mL uzorka se baci. Od bistrog filtrata uzeto je 20 mL i preneseno u Erlenmayerovu tikvicu volumena 250 mL. Zatim je dodano 5 mL koncentrirane H_2SO_4 i 100 mL destilirane vode. Proba je zagrijana do pojave mjehurića, nakon čega je vruća titrirana s 0,2 M otopinom $KMnO_4$ (kalijevog permanganata) do pojave konstantne ružičaste boje. Utrošak kalijevog permanganata u ml označavamo s "n".

Paralelno s pripremom uzorka je pripremana i slijepa proba (nula, 0). U Erlenmayerovu tikvicu volumena 250 mL otpipetirano je 20 mL amonijevog oksalata, 5 mL koncentrirane sumporne kiseline i 100 mL destilirane vode. Zagrijavano je do pojave mjehurića, nakon čega je vruće titrirano s 0,2 M otopinom $KMnO_4$ (kalijevog permanganata) do pojave konstantne ružičaste boje. Utrošak kalijevog permanganata u mL označavamo s "N".

$$CaO\ (\%) = (N - n) \times 5 \qquad (2)$$

N- utrošak $KMnO_4$ za titraciju 20 ml amonijevog oksalata

n- utrošak $KMnO_4$ za titraciju 20 ml filtrata

Potrebni materijal:

1. 0,2 M amonijev oksalat

2. 0,2 M kalijev permanganat



Slika 5. Titracija filtrata

Tablica 3. Razine opskrbljenosti tla fiziološki aktivnim vapnom (%)

A	<10,0	niska razina
B	10,0-15,0	srednje umjerena razina
C	15,1-20,0	umjerena razina
D	20,1-25,0	povišena razina
E	>25,0	visoka razina

2.2.7. ODREĐIVANJE ZAMJENJIVOG ALUMINIJA U TLU METODOM PO SOKOLOV-U

Postupak ekstrakcije tla: ekstrakcija tla se provodi s 1 M KCl-om. U dobivenom ekstraktu tla određuje se ukupna količina H^+-iona i Al^{3+}-iona (zamjenjiva kiselost).

	H			K	
	H			K	HCI
	Ca			K	$CaCl_2$
adsorpcijski	Mg	+ 1 M KCl →	adsorpcijski	K +	$MgCl_2$
kompleks	Na		kompleks	K	NaCl
tla	Al		tla	K	$AlCl_3$

Nastali aluminijev klorid dalje se hidrolizira i nastaje aluminijev hidroksid:

$$AlCl_3 + 3H_2O \rightarrow Al(OH)_3 + 3H^+ + 3Cl^- \qquad (3)$$

Postupak:

Odvagano je 20 g na zraku osušenog tla i preliveno s 50 mL 1 M KCI-om. Uzorak je mućkan na rotacijskoj mućkalici 1 sat, nakon čega je preko naboranog filter papira (žuta vrpca) prenesen u Erlenmayerovu tikvicu volumena 250 mL. Prije pipetiranja izvršen je test na prisutnost željeza. U tu svrhu je uzeto 2-3 mL filtrata u epruvetu, zakiseljeno s nekoliko kapi HCl-a, kapaljkom je dodano 2-3 kapi amonijevog rodanida. Ukoliko se ne pojavi ružičasta boja znak je da nema željeza, te se može pristupiti određivanju aluminija. Otpipetirano je 25 mL filtrata u Erlenmayerovu tikvicu volumena 250 mL i zagrijavano. Poslije 5 minuta kuhanja u vruću probu je dodano 3-5 kapi indikatora fenolftaleina i uzorak je titriran s 0,01 M NaOH do pojave ružičaste boje. Utrošena količina 0,01 M NaOH odgovara ukupnom sadržaju H-iona i Al-iona.

2.2.8. ODREĐIVANJE SADRŽAJA AMONIJAČNOG DUŠIKA U TLU

Postupak:

Izvagano je 50 g prirodno-vlažnog tla i preliveno sa 100 mL ekstraktivne otopine (0,2 M K_2SO_4). Uzorak je mućkan 1 sat na rotacijskoj mućkalici i profiltriran. Od dobivenog filtrata otpipetiran je određeni alikvot (10 mL) u odmjernu tikvicu volumena 100 mL. U probe je dodano 5 mL 25 % kalijev natrijevog tartarata i destilirana voda do približno 40 % volumena tikvice. Nakon toga je dodano 5 mL Nesslerovog reagensa i tikvica je nadopunjena do volumena 100 mL. Nakon razvijanja boje, koncentracija pripremljene otopine očitana je na spektrofotometru, na valnoj duljini 436 nm (Slika 6).

Potrebni materijal:

-ekstraktivna otopina: 0,2M K_2SO_4

-KNT (kalijev-natrijev tartarat); 25%-tna otopina

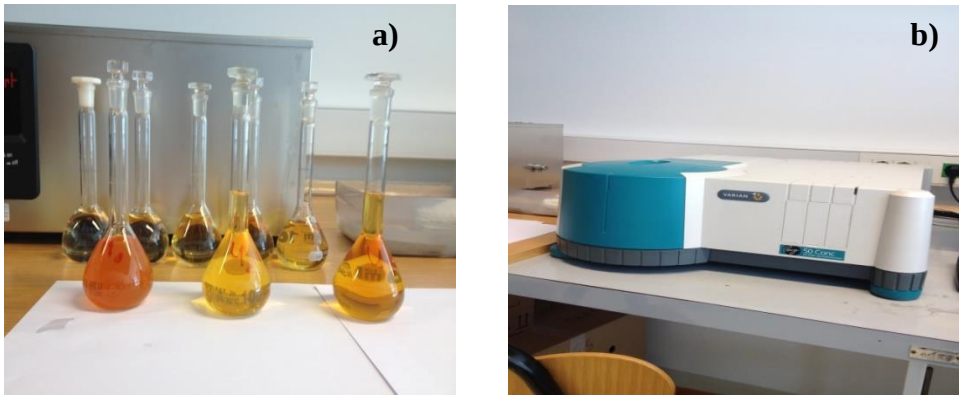
-Nessler-ov reagens

-STANDARDI:

Osnovna standardna otopina (1g NH_4^+ /L)

Razrijeđena standardna otopina (0,1 g NH_4^+ /L)

Radne serijske otopine standarda: 0; 0,1; 0,2 mg NH_4^+



Slika 6. **a)** Pripremljeni uzorci **b)** Aparatura za spektrofotometrijsko određivanje sadržaja amonijačnog dušika u tlu

2.2.9. ODREĐIVANJE ORGANSKE TVARI

Udio organske tvari određen je gravimetrijski.[10] Porculanski lončići su ižareni 1 sat na temperaturi od 450 °C. Osušeni porculanski lončići za žarenje su izvagani. U njih su stavljeni uzorci minimalne mase od 0,5 g. Lončići s uzorcima su ostavljeni preko noći u sušioniku na temperaturi od 110 °C. Ohlađeni lončići ponovno su izvagani. Uzorci su preliveni s 30%-tnom otopinom vodikovog peroksida, u količini dovoljnoj da se prekrije sav uzorak. H_2O_2 razgrađuje organsku tvar često uz burnu reakciju vrenja. Osušeni uzorak je žaren 6 sati na 450 °C. Ohlađeni uzorci su izvagani, a organska tvar izračunata pomoću formule:

$$\text{organska tvar (\%)} = \frac{(b-c)}{(b-a)} \times 100 \qquad (4)$$

gdje je:

a - masa lončića (g)

b – masa osušenog uzorka u lončiću (g)

c – masa žarenog uzorka u lončiću (g).



Slika 7. Sušenje uzoraka za određivanje organske tvari

2.2.10. ODREĐIVANJE KOLIČINE HUMUSA PO KOTZMAN-U

U ovom eksperimentu količina humusa je određena tako da se humusna tvar iz tla oksidira s jakim oksidansom - $KMnO_4$ (kalijevim permanganatom). Iz utroška $KMnO_4$ može se odrediti prisutna količina humusa. Obzirom da se $KMnO_4$ dodaje u suvišku, višak se titrira s oksalnom kiselinom.

Postupak rada:

1. Na analitičkog vagi je izvagano 200 mg na zraku osušenog tla. Ako je tlo jako humozno, izvaže se manja masa, a ako je slabije humozno izvaže se veća masa.

2. Tlo je u potpunosti preneseno u veću Erlenmeyerovu tikvicu (500 mL). U tikvicu je, uz pomoć menzure, dodano 130 mL destilirane vode i 20 mL H_2SO_4 (koja je prethodno razrijeđena u volumnom udjelu 1 : 3 – 1 volumni udio kiseline i 3 volumna udjela destilirane vode). Zatim je biretom dodano 50 mL 0,02 M otopine $KMnO_4$.

3. Sadržaj tikvice je kuhan tako da lagano vrije 10 minuta. Na otvor tikvice potrebno je staviti lijevak koji sprječava prskanje kapljica otopine za vrijeme kuhanja.

4. Tijekom kuhanja oslobađa se kisik, prema sljedećoj reakciji:

$$4\ KMnO_4 + 12\ H^+ \rightarrow 4\ K^+ + 4\ Mn^{2+} + 5\ O_2 + 6\ H_2O \qquad (5)$$

Budući da je redukcija mangana od stupnja oksidacije od +7 do +2 moguća tek u jako kiseloj otopini, u tikvicu je dodana H_2SO_4. Ukoliko bi se oksidacija odvijala bez H_2SO_4, mangan bi se reducirao samo do stupnja oksidacije +4.

Kisik oslobođen u ovoj reakciji oksidira organske tvari u humusu do CO_2, koji se oslobađa iz tikvice. Što je više humusa u tlu, to je veća potrošnja $KMnO_4$.

5. Nakon što je sadržaj tikvice vrio 10 min., odmah se titrira višak $KMnO_4$ korištenjem 0,05 M otopine oksalne kiseline ($H_2C_2O_4$), iz birete do obezbojenja. Budući da je reakcija obezbojenja spora, u tikvicu je dodan suvišak $H_2C_2O_4$, koji je zatim retitriran s 0,02 M otopinom $KMnO_4$ iz birete, do pojave ružičastog obojenja. Ova je

reakcija prilično brza, stoga je potrebno pripaziti kod dodavanja $KMnO_4$, budući da se sadržaj tikvice oboji ružičasto dodatkom samo jedne suvišne kapi $KMnO_4$.

Tablica 4. Klasifikacija tala prema udjelu humusa (prema Gračaninu)

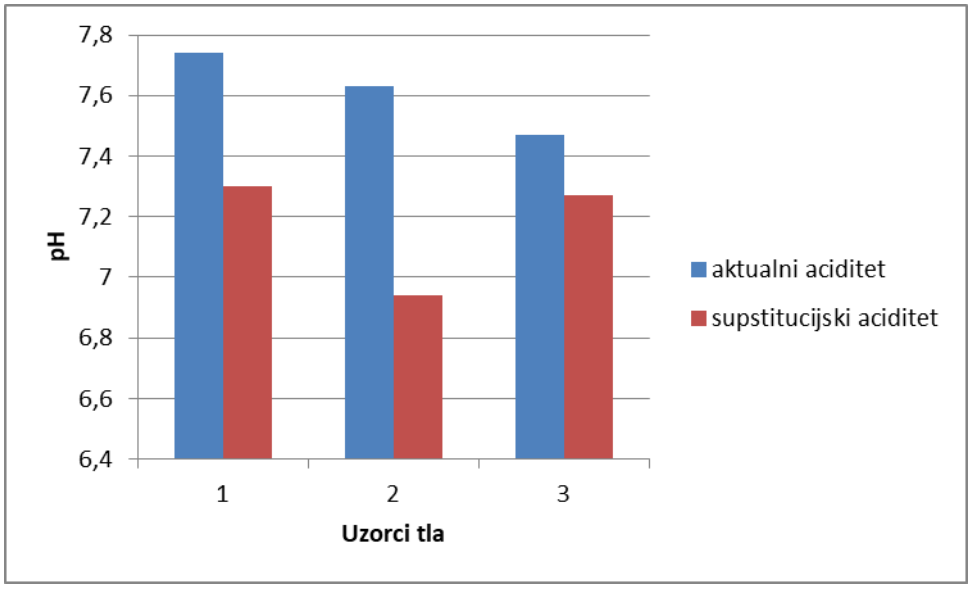
Tlo	**Humus (%)**
vrlo slabo humozno	<1
slabo humozno	1-3
dosta humozno	3-5
jako humozno	5-10
vrlo jako humozno	>10

3. REZULTATI I RASPRAVA

3.1. KISELOST TLA

Tablica 5. Aktualni i supstitucijski aciditet određivanih uzoraka tla

Uzorak	Aktualni aciditet	Grupa tla	Supstitucijski aciditet	Grupa tla
1	7,74	neutralna do slabo alkalična	7,30	neutralna do slabo alkalična
2	7,63	neutralna do slabo alkalična	6,94	slabo kisela do neutralna
3	7,47	neutralna do slabo alkalična	6,27	slabo kisela do neutralna



Slika 8. Aktualni i supstitucijski aciditet

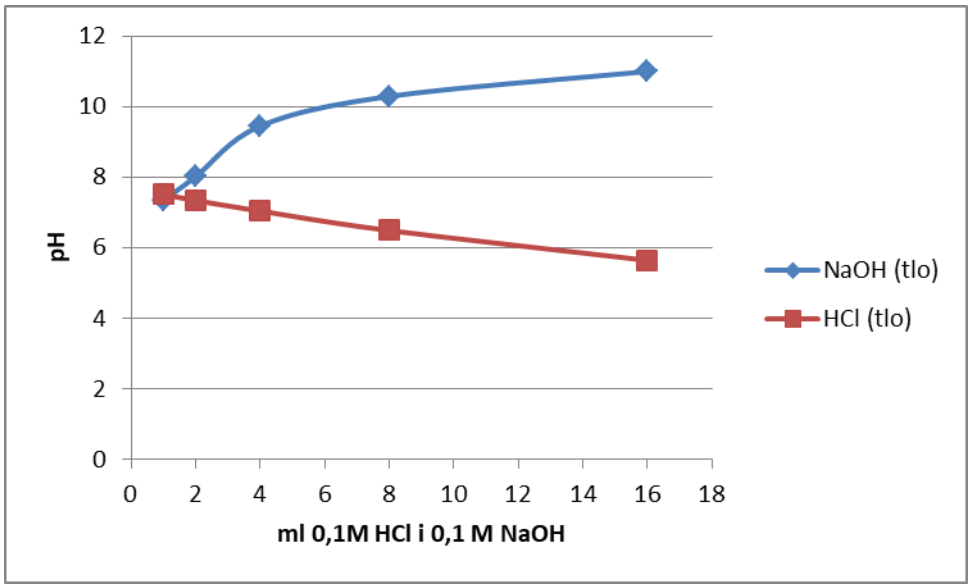
Prema dobivenim rezultatima analize pH vrijednost uzorci tla se svrstavaju u odgovarajuće klase (tablica 1 i 2).[11] Uzorci su promatrani kroz izmjereni aktualni (uzorci tretirani destiliranom vodom) i supstitucijski aciditet (uzorci tretirani 0,1 M KCl-om) koji je stabilniji jer je manje podložan sezonskim promjenama pa se češće koristi. Zaključujemo da sva tri uzorka tla kod obje vrste aciditeta pripadaju skupini neutralnih

tala. To je posebno dobro za uzorak tla uzetog sa poljoprivrednog gospodarstva jer je pri tom pH moguća sadnja različitih poljoprivrednih kultura.

3.2. PUFERSKA SPOSOBNOST

Tablica 6. pH vrijednost kiseline/lužine u uzorku 2

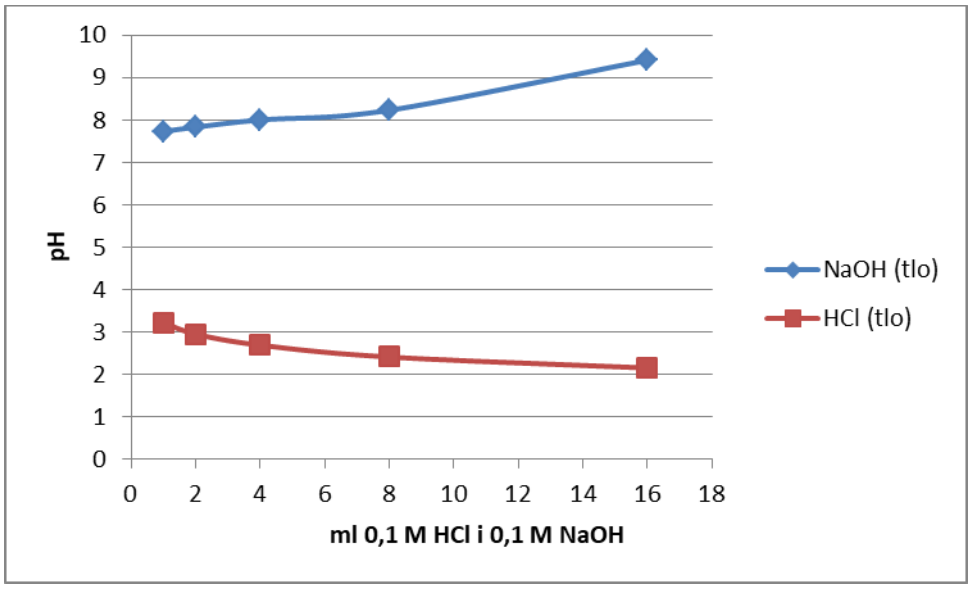
		pH	pH	pH	pH
	***V*(mL)**	**NaOH**	**NaOH (tlo)**	**HCl**	**HCl (tlo)**
UZORAK 2	1	10,72	7,34	3,8	7,51
	2	11,18	8,02	2,96	7,34
	4	11,52	9,45	2,68	7,04
	8	11,83	10,29	2,39	6,49
	16	12,13	11,00	2,11	5,64



Slika 9. Puferska sposobnost uzorku 2 prilikom dodatka 0,1 M NaOH i 0,1 M HCl

Tablica 7. pH vrijednost kiseline/lužine u uzorku 3

		pH	pH	pH	pH
	***V*(mL)**	**NaOH**	**NaOH (tlo)**	**HCl**	**HCl (tlo)**
UZORAK 3	1	10,84	7,73	3,22	7,94
	2	11,18	7,83	2,95	7,89
	4	11,50	8,00	2,69	7,6
	8	11,83	8,23	2,41	7,45
	16	12,11	9,41	2,15	7,08



Slika 10. Puferska sposobnost uzorku 3 prilikom dodatka 0,1 M NaOH i 0,1 M HCl

Puferska sposobnost uzorka 1 nije određena zbog nedovoljne količine uzorka tla. Utvrđeno je da je puferska sposobnost za uzorak 2 i 3 bolja u kiselom mediju.

3.3 KARBONATI

Tablica 8. Udio karbonata u različitim uzorcima

Uzorak	m_{uzorka} (g)	m_1 (g)	m_2 (g)	$CaCO_3$ (%)
1	0,9983	128,5369	128,2724	26,49
2	0,9986	132,6203	132,6163	0,4
3	1,0768	119,0149	118,8681	13,63

Primjer izračuna udjela karbonata u uzorku 1:

$m_{(uzorka)}$:0,9983 g

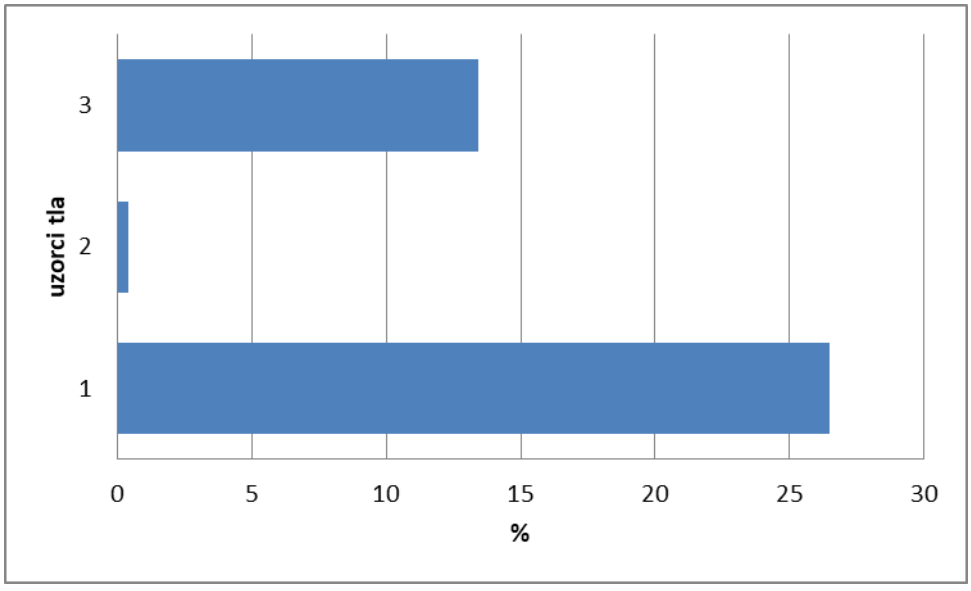
m_1: 128,5369 g

m_2: 128,2724 g

$CaCO_3$ (%) : $(m_1-m_2)/m \times 100$

$CaCO_3$: (128,5369 g -128,2724 g) / 0,9983 g × 100 = 26,49%

$CaCO_3$: 26,49%



Slika 11. Udio karbonata (% $CaCO_3$) u ispitivanim uzorcima

Prema dobivenim vrijednostima za udio karbonata, uzorak 1 nalazi se u grupi srednje karbonatnih, uzorak 2 slabo karbonatnih, a uzorak 3 također u grupi srednje karbonatnih tala. Karbonati kao najvažniji i najrasprostranjeniji izvor kalcija, kalija i magnezija imaju vrlo važnu ulogu za rast i razvoj biljaka. To nam ukazuje da su uvjeti uzgajanja na poljoprivrednom zemljištu (uzorak 2) nepovoljni. Na takvom tlu je potrebno izvršiti kalcizaciju, tj. dodatno unošenje kalcijevog karbonata ili vapna u tlo.

3.4. FIZIOLOŠKI AKTIVNO VAPNO

Tablica 9. Prikaz udjela fiziološki aktivnog vapna u ispitivanim uzorcima

Uzorak	N	n	CaO (%)
1	0,1	7,7	0
2	0,1	8,1	0
3	0,1	7,7	0

Primjer izračuna za uzorak 1:

N : 0,1 mL

n : 7,7 mL

%CaO = (N-n) x 5

%CaO = (0,1mL – 7,7 mL) x 5 = -38%

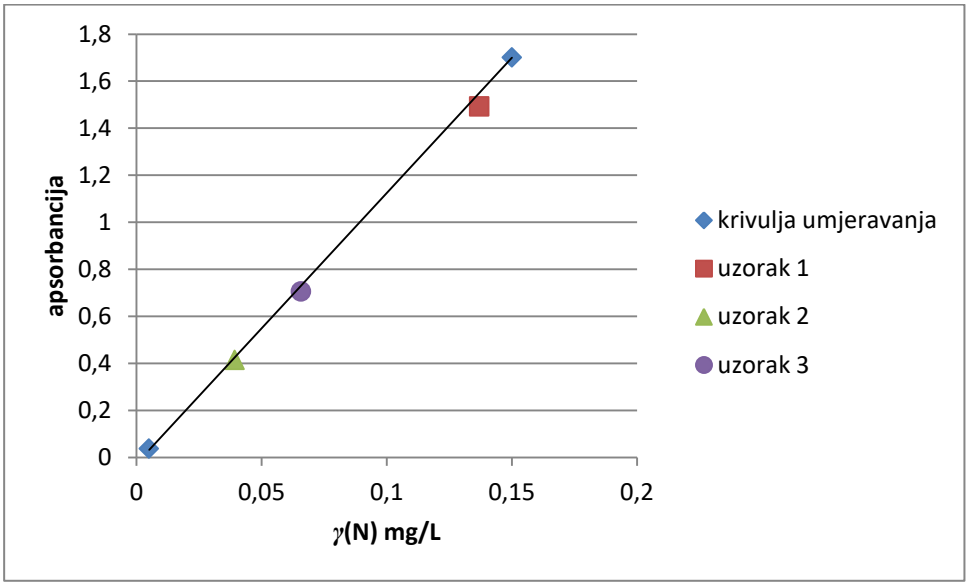
Prilikom računanja za sva tri uzorka dobivamo negativnu vrijednost. Uzorci su smješteni u grupu slabo do srednje karbonatnih tala, stoga je za očekivati da su slabo opskrbljena fiziološki aktivnim vapnom. Kako je količina fiziološki aktivnog vapna vrlo bitna u poljoprivrednoj proizvodnji,jer utječe na izbor podloge i primjenu agrotehničkih mjera, to je tlo uzeto sa poljoprivrednog gospodarstva (uzorak 2) potrebno dodatno kalcizirati. To potvrđuje i udio karbonata u tom uzorku.

3.5. ALUMINIJ U TLU

Dodatkom indikatora fenolftaleina u otopinu (postupak opisan u poglavlju 2.2.4) došlo je do ružičastog obojenja, što ukazuje na to da u uzorcima nema aluminija.

3.6. AMONIJAČNI DUŠIK U TLU

Postupak određivanja opisan je u poglavlju 2.2.6. Baždarni pravac dobiven je pripravljanjem referentnih otopina amonijaka. 440 µL osnove standardne otopine NH_4 dodan je u odmjernu tikvicu od 100 mL i nadopunjen destiliranom vodom do oznake. Od toga su uzeti alikvoti od 50, 100, 150 i 200 µL i preneseni u odmjernu tikvicu volumena 100 mL. Dodatkom Nesslerovog reagensa došlo je do narančastog obojenja otopina što ukazuje na prisutnost dušika u tlu. Nakon razvijanja boje optička gustoća reagensa očitana je na spektrofotometru na valnoj duljini 436 nm.



Slika 12. Sadržaj amonijačnog dušika u tlu

Primjer izračuna za uzorak 1:

Abs = 11,04120 x koncentracija + 0,0209

1,4992 = 11,04120 x koncentracija + 0,0209

koncentracija = 0,1370 mg/L

U svim uzorcima tla prisutan je dušik, najveća koncentracija je zabilježena u uzorku 1, a najmanja u uzorku 2 (Slika 12). Dušik je jedan od biljnih hranjiva stoga je to tlo pogodno za rast biljaka. U literaturi je nađeno da tla bogata humusom imaju i više dušika, što se podudara i sa ovim istraživanjem. Naime, uzorak 2 pripada grupi slabo humusnih tala, a sadrži najmanju koncentraciju dušika. U intenzivnoj biljnoj proizvodnji je dodavanje dušika gnojidbom redovita agrotehnička mjera.

3.7.ORGANSKA TVAR

Tablica 10. Udio organske tvari u uzorcima

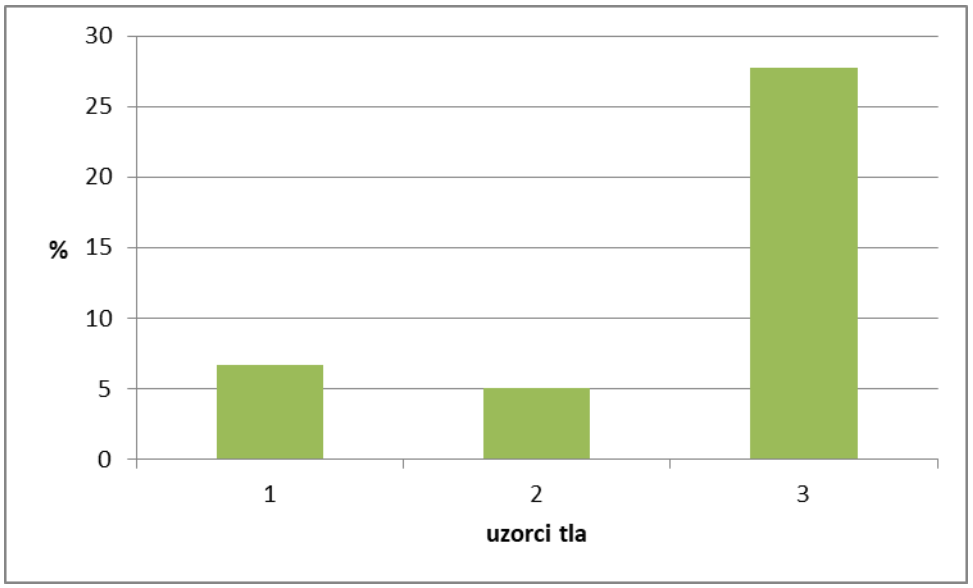
Uzorak	a (g)	b (g)	c (g)	Organska tvar (%)
1	20,5214	21,0677	21,0310	6,718
2	17,3458	17,8533	17,8278	5,025
3	28,3583	28,8627	28,7227	27,756

Primjer izračuna za uzorak 1:

$$\text{organska tvar (\%)} = \frac{(b\text{-}c)}{(b\text{-}a)} \text{ x } 100$$

$$\text{organska tvar (\%)} = \frac{(21{,}0677\text{-}21{,}0310)}{(21{,}0677\text{-}20{,}5214)} \text{ x } 100$$

organska tvar (%) = 6,718 %



Slika 13. Udio organske tvari (%) u uzorcima

Količina organske tvari u tlu utječe na mogućnost rasta biljaka. Organska tvar tla potječe od ostataka živih organizama koji su razloženi na jednostavnije spojeve i glavni su izvor hranjivih tvari (dušika, fosfora i sumpora). Udio organske tvari najveći je u uzorku 3.

3.8. HUMUS

Tablica 11. Udjeli humusa u ispitivanim uzorcima

Uzorak	V_1 (mL)	V_2 (mL)	V_3 (mL)	w_{humusa} (%)
1	50	1,1	37,4	5,937
2	50	1,9	44,95	2,998
3	50	3,4	16,2	16,249

Primjer izračuna za uzorak 1:

m(tla) = 0,2040 g

V_1 (0,1 M $KMnO_4$) = 50 mL

V_2 (0,1 M $KMnO_4$) = 1,1mL

V_3 (0,1 M $H_2C_2O_4$) = 37,4 mL

V_{1+2} = 50 mL + 1,1 mL = 51,1 mL

V_3 = 37,4 mL

$V_{1+2} - V_3$ = 51,1 mL – 37,4 mL = 13,7 mL

$$\omega(\mathrm{C}) = \frac{V \times 0{,}000514\ \mathrm{g}}{m\ (\mathrm{tla})} \times 100$$

$$\omega(\mathrm{C}) = \frac{13{,}7 \times 0{,}000514\ \mathrm{g}}{0{,}2040\ \mathrm{g}} \times 100$$

ω (C) = 3,45%

Poznato je da na 100 dijelova humusa ima oko 58 dijelova ugljika (100 : 58 = 1,72), što znači da maseni udio ugljika treba pomnožiti s 1,72 da bi se dobio maseni udio humusa u uzetoj probi.

3,45% × 1,72 = 5,937%

Humus u tlu pozitivno djeluje na fizikalne, kemijske i mikrobiološke značajke tla, poboljšava prozračnost tla što uzrokuje vezanje više vode i lakše obrađivanje. Vrlo je važan u opskrbi biljaka fosforom, kalcijem, željezom i drugim biogenim elementima.

Izvor je plodnosti tla, a ima i ulogu pufera te sprječava nagle promjene reakcije u tlima. Zbog toga je važan čimbenik u postupku i procjeni pogodnosti tala.

Uzorak 1 pripada skupini dosta humoznih tala, uzorak 2 slabo humoznih, a uzorak 3 vrlo jako humoznih. S obzirom da je uzorak 2 s poljoprivrednog zemljišta, tlo je potrebno obogatiti humusom radi poboljšanja plodnosti.

14. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenog eksperimenta i dobivenih rezultata mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- S obzirom na određenu pH vrijednost, sva tri uzorka tala pripadaju skupini neutralnih do slabo kiselih tala.
- U svim uzorcima tala postoji bolja puferska sposobnost u kiselom mediju.
- Uzorci su pokazali slabo do srednju razinu opskrbljenosti karbonatima, a sva tri tla slabo su opskrbljena fiziološki aktivnim vapnom. Stoga je poljoprivredno zemljište (uzorak 2) potrebno tretirati kalcijevim karbonatom ili vapnom (kalcizacija) radi poboljšanja plodnosti tla,
- Niti jedan od tri uzorka tala ne sadrži aluminij.
- U svim uzorcima tala prisutan je dušik, a najviše u uzorku 1 dok ga je u uzorku 2 potrebno nadoknaditi gnojidbom.
- Udio organske tvari razlikuje se u svim uzorcima tla. Najveći udio određen je u uzorku 3, a najmanji u uzorku 2.
- Uzorak 1 pripada skupini dosta humoznih tala, a uzorak 3 vrlo jako humoznih. Uzorak 2 u skupini je slabo humoznih tala. Radi se o uzorku tla s poljoprivrednog zemljišta, stoga je potreban dodatan unos organske tvari u svrhu obogaćivanja zemljišta humusom.

5. LITERATURA

1.http://ljesnjak.pfos.hr/~jdanijel/literatura/OBsK/OBsK 07%20Osnovne%20znacajke%20tla.pdf (preuzeto 17.08.2017.)

2. A. Špoljar, *Tloznanstvo i popravak tla*, I dio, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci (2007)

3. http://ishranabilja.com.hr/literatura/ishrana_bilja/Plodnost_tla.pdf (preuzeto 17.08.2017.)

4.http://ljesnjak.pfos.hr/~jdanijel/literatura/ObsAM/03-OBsAM Uvod%20u%20tloznanstvo%20i%20svojstva%20tla.pdf (preuzeto 17.08.2017.)

5. T. Sofilić, *Ekotoksikologija*, Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet (2014)

6. http://ishranabilja.com.hr/literatura/ishrana_bilja/N.pdf (preuzeto 23.08.2017.)

7. M. Buljac, *Interni materijali iz Kemije tla*, Sveučilište u Spiltu, Kemijsko – tehnološki fakultet, Split (2015)

8. M. Ilijanić, Lj. Gračanin, *Uvod u ekologiju bilja,* Školska knjiga, Zagreb 1977

9. E.Smith, J. Weber, R. Naidu, R. G. McLaren, A. L: Juhasz, *J Hazard Mater* **186** (2011) 300-305.

10. M Buljac, *Prostorna i vremenska raspodjela antropogenih elemenata u sedimentu Kaštelanskog zaljeva*, Doktorski rad, Sveučilište u Zagrebu, FKIT, Zagreb, (2012), str. 169

11. M. Landeka, *Određivanje kemijskih karakteristika tla u svrhu podizanja trajnih nasada smilja,* Diplomski rad, KTF, Split, (2016), str. 70