Utjecaj načina korištenja zemljišta i nagiba terena na temeljna svojstva pseudogleja

Šipek, Martina

Master's thesis / Diplomski rad

2014

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:850118

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

MARTINA ŠIPEK

UTJECAJ NAČINA KORIŠTENJA ZEMLJIŠTA I NAGIBA TERENA NA TEMELJNA SVOJSTVA PSEUDOGLEJA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2014.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Agroekologija - agroekologija

MARTINA ŠIPEK

UTJECAJ NAČINA KORIŠTENJA ZEMLJIŠTA I NAGIBA TERENA NA TEMELJNA SVOJSTVA PSEUDOGLEJA

DIPLOMSKI RAD

Mentor: Prof. dr. sc. Aleksandra Bensa

Zagreb, 2014.

Ovaj diplomski rad je ocijenjen i obranjen dana _____
s ocjenom _____ pred Povjerenstvom u sastavu:

1. Prof. dr. sc. Aleksandra Bensa _____
2. Prof. dr. sc. Stjepan Husnjak _____
3. Doc. dr. sc. Marko Vinceković _____

SADRŽAJ

SADRŽAJ I
1. UVOD 1
2. PREGLED LITERATURE 4
2.1. Utjecaj načina korištenja na svojstva tla 4
2.2. Utjecaj nagiba terena na svojstva tla 8
3. MATERIJALI I METODE 11
3.1. Terenski rad 11
3.2. Laboratorijski rad 13
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA 16
4.1. Morfološki opis tala 16
4.2. Tekstura tla 22
4.3. Reakcija tla 26
4.4. Humus 30
4.4.1. Količina humusa 30
4.4.2. Karakter humusa 33
4.5. Hidrolitski aciditet, y1 34
4.6. Kapacitet i stanje zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla 36
4.7. Opskrbljenost fiziološki aktivnim hranjivima 39
5. ZAKLJUČAK 45
6. LITERATURA 46
7. ŽIVOTOPIS AUTORA 52

SAŽETAK

Tlo je prirodni ekosustav u ravnoteži koji omogućava život brojnim životinjskim i biljnim vrstama, a antropogeni utjecaj uzrokuje promjene fizikalnih i kemijskih značajki tla u korist povećanja plodnosti tla. U okviru gospodarenja poljoprivrednim zemljištem kalcifikacija, zajedno s gnojidbom i obradom tla, zauzima ključno mjesto u promjeni svojstava tla u korist poljoprivredne proizvodnje. Kalcifikacija mjenja pH tla, gnojidba povećava opskrbljenost hranivima, a obrada tla, posebno u smjeru niz padinu, intenzivira eroziju. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj načina korištenja zemljišta i nagiba na kemijska svojstva i teksturu pseudogleja. Istraživanje je provedeno u Svetom Ivanu Zelini na pseudogleju obronačnom pod povrtlarskom proizvodnjom i napuštenom poljoprivrednom zemljištu, nagiba 5 do 10%. Uzorci su prikupljani sondom po pedogenetskim horizontima na gornjim i donjim polovicama padina oranice i livade, a ukupno je uzeto 15 uzoraka do dubine od 110 cm. U uzorcima je određen mehanički sastav (HRN ISO 11277, 2004) pH (HRN ISO 10390:2005), količina humusa (metoda po Tjurinu JDPZ, 1966.), karakter humusa (metoda s 2%-tnim NH4OH, Škorić, 1982), hidrolitski acidet i parametri adsorpcijskog kompleksa tla (metoda po Kappenu, JDPZ, 1966), te fiziološki aktivni K_2O i P_2O_5 (AL – metoda JDPZ, 1966.) Rezultati pokazuju da je tekstura u svim horizontima praškasto ilovasta, osim u matičnim supstratima u kojima je praškasto glinasto ilovasta. Reakcija tla je kisela u svim uzorcima (pH-KCl=3,57-5,25; pH-H_2O=5,2-6,67). Sadržaj humusa je mali i varira u rasponu 1,09-2,72%, a karakter mu je blago kiseli u većini uzoraka. Prema hidrolitskom aciditetu (7,25-15,25 mmolekv.H^+/100g tla) svim uzorcima su potrebne niske doze materijala za kalcifikaciju. Zasićenost adsorpcijskog kompleksa je niska i kreće se od 13,48 do 32,41%, a opskrbljenost fiziološki aktivnim hranjivima niska je do osrednja, fosfora ima od 0,66 do 16,57 mg P_2O_5/100g tla i kalija od 8,4 do 29,5 mg K_2O/100g tla. Iz rezultata se može zaključiti da način korištenja utječe na pH tla, količinu humusa i opskrbljenost hranivima, a nagib terena ima utjecaj samo na teksturu i količinu fiziološki aktivnog kalija.

KLJUČNE RIJEČI: Pseudoglej, način korištenja, nagib terena, kemijska svojstva, tekstura

SUMMARY

Soil is a natural ecosystem in balance that makes life possible for numerous animal and plant species, and human activities causes changes in physical and chemical properties of soil in favor of increasing soil fertility. Within management of agricultural land, calcification along with fertilization and tillage, is a crucial part in the changes of soil properties in favor of agricultural production. Calcification changes soil pH, fertilization increases nutrient supplies and tillage, especially in direction of slope, intensifies erosion. The aim of this study was to determine the impact of land use and slope on chemical properties and texture of pseudogley. The research was conducted in Sveti Ivan Zelina on stagnic luvisols of arable land under vegetable production and abandoned agricultural land, on the slope among 5 to 10 %. Soil samples were collected by pedogenetic horizons in the upper and lower halves of the arable land and meadow slopes, and a total of 15 samples were taken to a depth of 110 cm. In the samples were determined mechanical composition (HRN ISO 11277, 2004) pH (HRN ISO 10390:2005), humus content (method by Tjurin JDPZ, 1966.), humus character (method with 2% NH_4OH, Škorić, 1982), exchangeable acidity and parameters of adsorption complex (method by Kappen, JDPZ, 1966), and physiologically active K_2O and P_2O_5 (AL – method JDPZ, 1966.). The results show that the texture of all horizons is silty loam, except in the parent material where is silty clay loam. Soil reaction is acidic in all samples (pH-KCl= 3.57 to 5.25, pH-H2O= 5,2- 6.67), the humus content is low, ranges from 1.09 to 2.72% and its character is mildly acidic in most samples. According to the exchangeable acidity (7.25 to 15.25 mmolekv.H^+/100g soil) all samples require low-dose of liming materials. The saturation of adsorption complex is low and ranges from 13.48 to 32.41%, while the supply of physiologically active nutrients is low to medium with 0.66 to 16.57 mg P_2O_5 / 100g soil and 8.4 to 29.5 mg K_2O / 100g soil. From the results it can be concluded that land use affects soil pH, humus content and nutrient supplies, while the slope has influence only on the texture and nutrient supplies.

KEY WORDS: Stagnic luvisols, land use, slope, chemical properties, texture

1. UVOD

Tlo je prirodni ekosustav koji omogućava život brojnim životinjskim i biljnim vrstama. Pod utjecajem djelovanja čovjeka mijenjaju se različite karakteristike tla. Antropogeni utjecaj uzrokuje promjene fizikalnih i kemijskih značajki tla u korist povećanja plodnosti tla za potrebe uzgoja ekonomski značajnih poljoprivrednih kultura. Procjena prirodnog potencijala tla uključuje analizu agroekoloških uvjeta i načina korištenja tla. Proizvodni potencijal ili pogodnost određena je nizom kemijskih faktora kao što su pH, neophodna i korisna hranjiva, adsorpcijski kompleks tla, sorpcijska sposobnost tla, količina fiziološki aktivnih hranjiva, te sadržaj i oblik humusa (Vukadinović i Lončarić, 1998).

Obradom tla, ljudskom intervencijom u genezu tla, proces formiranja tla dobiva novu dimenziju i nova svojstva, bilo pozitivno ili negativno. Održavanje optimalne ravnoteže između svojstava tla osnova je u gospodarenju tlom te u reguliranju i kontroli osnovnih uvjeta plodnosti tla (Badalikova, 2010). Obradom i korištenjem tla može se izazvati erozija tla, smanjiti količina organske tvari u tlu, te modificirati struktura tla. Kada je riječ o kemijskim svojstvima tla, treba reći da su ona u prvom redu pod utjecajem gnojidbe, dok su fizikalna svojstva poput strukture više pod utjecajem obrade. Naravno, kemijska svojstva također ovise i o obradi, čiji je utjecaj na raspored hranjiva u obrađenom sloju dominantan. To se prvenstveno odnosi na fosfor i kalij, dok je ponašanje dušika specifično s obzirom na njegovu specifičnu dinamiku u tlu (Butorac i sur., 2006).

Povrćarska proizvodnja zahtjevnija je od ostalih poljoprivrednih proizvodnji. Za visoke prinose po jedinici površine te za nekoliko berbi godišnje potrebna su tri do deset puta bogatija tla hranjivima nego za ostale kulture. Za uspješan rast i razvoj biljaka potrebna je pored kisika, ugljikovog dioksida i vode dovoljna količina lako dostupnih hranjiva u cijelom razdoblju vegetacije, pa se stoga tlo treba gnojiti velikim količinama mineralnih i organskih gnojiva (Lešić i sur., 2004).

Reakcija tla je vrlo važan čimbenik za primanje svih hranjiva, i o njoj ovisi koja će hranjiva biljci biti pristupačna, a koja ne. Većina povrćarskih biljaka najbolje uspijeva na tlu neutralne do slabo kisele reakcije (Parađiković, 2009). Gospodarenje kiselim i jako kiselim tlima jedno je od najznačajnijih pitanja moderne poljoprivrede. Nepovoljne kemijske značajke kiselih tala ograničavaju rast i razvoj kulturnih biljaka, često i do granice opravdanosti korištenja tih tala za uzgoj različitih usjeva. Padne li pH vrijednost nekog tla ispod optimalnih vrijednosti,

potrebna je korekcija reakcije tla, koja se najbolje provodi upravo primjenom vapnenih materijala – kalcifikacijom, koja se u slučaju ratarske i povrtlarske proizvodnje koristi dosta često. U okviru cjelovitog rješavanja problema gospodarenja poljoprivrednim tlima primjena vapnenih materijala zauzima, zajedno s gnojidbom i obradom tla, ključno mjesto u svrhu promjene svojstava tla u korist proizvodnje (Mesić i sur., 2011).

Erozija tla je proces u kojem se dio čestica tla pod utjecajem prirodnih sila, vode i vjetra, najčešće pod nagibom terena odvaja od svoje mase, premješta na manju ili veću udaljenost i tako najčešće gubi svoju primarnu namjenu i prirodnu ulogu. Prirodna produkcija erozijskog nanosa na Zemlji iznosi 9,9 milijardi tona godišnje, dok je erozija prouzročena antropogenim utjecajem 2,5 puta veća (Kisić i sur.,2005). Najerodibilniji je površinski antropogeni sloj tla, najvredniji sloj tla, u kojem se nalazi najviše organske tvari i minerala i koji se svake godine obrađuje, pa se djelovanjem oborina i na nagibima lakše odvaja. Erozija uvelike utječe na fizikalna i kemijska svojstva tla što se posebno očituje kroz razliku u količini gline u tlu na nagibu i u erodiranom nanosu. Materijali naneseni erozijom kiselije su reakcije, mogu biti zaslanjeni, te često sadrže veće količine hranjiva i organske tvari od tla s kojeg potječu.

Pseudoglej je tip tla koji se ubraja u red semiterestičkih ili semihidromorfnih tala, razred pseudoglejnih i stagnoglejnih tala (Husnjak, 2014). Građe je profila A–Eg–Btg–C, a nastaje zbog prekomjernog navlaživanja površinskih dijelova profila tla stagnirajućom površinskom, uglavnom oborinskom vodom. U kišnom dijelu godine obilne oborine se ne procjeđuju zbog nepropusnog horizonta, nego se zadržavaju u površinskom dijelu profila, uzrokujući redukcije željezovih i manganovih spojeva koji postaju topivi. Prijelazom u ljetni dio godine oborine izostaju, a jakom evapotranspiracijom tlo se suši i nastupa sušna faza, javlja se oksidacija i izlučivanje spojeva željeza i mangana kao rđastih mrlja i mazotina ili mrkih i crnih konkrecija. Ovakvom izmjenom procesa nastaju sive zone sa smeđim i rđastim mikrozonama i konkrecijama što daje tlu karakterističan mramoriran izgled tipičan za pseudooglejavanje, odnosno stvaranje g horizonta. Većinu naših pseudogleja najčešće nalazimo na pleistocenskim ilovinama, valovitom reljefu do 500 m nadmorske visine i na području semihumidne i humidne klime (Škorić,1986). Jedno je od najrasprostranjenijih tala u Hrvatskoj, zauzimajući 558.731,9 ha ili 9,87%, od čega se unutar šumskih ekosustava nalazi oko 251.278,7 ha, a 307.453,2 ha u agroekosustavima (Husnjak, 2014). Ovo tlo korelira u svjetskoj klasifikaciji kao Stagnosol, a rijeđe kao Stagnic Luvisol ili Stagnic Albeluvisol (IUSS Working group, WRB, 2006). Osnovne kemijske karakteristike pseudogleja su: nizak sadržaj humusa, slabo do umjereno kisela reakcija, zasićenost bazama ispod 50%, slaba

opskrbljenost fosforom i varijabilna kalijem, ali često ispod 10mg na 100g tla. Proizvodna sposobnost prirodnih, neuređenih, pseudogleja je niska (Vukadinović i Vukadinović, 2011).

Osnovna hipoteza ovog rada je da način korištenja (povrtlarska proizvodnja – napušteno poljoprivredno zemljište) i nagib terena utječu na osnovne značajke pseudogleja obronačnog. U tu svrhu definirani su slijedeći ciljevi istraživanja:

- Utvrditi osnovna kemijska svojstva pseudogleja obronačnog – pH, sadržaj humusa, fiziološki aktivnog fosfora i kalija, parametre adsorpcijskog kompleksa, te mehanički sastav na napuštenom poljoprivrednom zemljištu i oranici pod povrtlarskom proizvodnjom, na gornjem i donjem dijelu padine.
- Usporedbom analitičkih podataka utvrditi utjecaj načina korištenja zemljišta i nagiba terena na teksturu i kemijska svojstva pseudogleja obronačnog.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Utjecaj načina korištenja na svojstva tla

Osnovni razlog promjena fizikalnih i kemijskih svojstava tla je antropogeni utjecaj s ciljem stvaranja povoljnog agroekosustava. O načinu korištenja tla ovisi i način utjecaja čovjeka. Brojni znanstvenici su proučavali razlike u svojstvima tla pod različitim načinom korištenja i različite utjecaje čovjeka na tlo, pa je tako Grieve (2001) zaključio da ljudska aktivnost u zadnjih nekoliko desetljeća u Škotskoj signifikantno utječe na promjene svojstava tla. Prvenstveno se to očitava u pogledu smanjenja reakcije tla, odnosno zakiseljavanja tla. Osim na pH, čovjek utječe i na kvalitetu, promet i količinu organske tvari u tlu, mijenja stabilnost struktunih agregata tla i mogućnost obrade tla, te utječe na erodibilnost tla. Kizilkaya i Dengiz (2010) su utvrdili razlike u fizikalnim i kemijskim svojstvima tala pod različitim vegetacijskim pokrovom, odnosno između onih koja se koriste u poljoprivredi i onih koja se ne koriste. Proučavali su različite tipove tala pod različitim utjecajem čovjeka, od šumskih, preko kratko korištenih poljoprivrednih, do klasičnih antropogenih kultiviranih tala. Istraživanje je pokazalo da dolazi do značajnih promjena u kemijskim i fizikalnim karakteristikama tla koje se koristi u poljoprivredne svrhe. Prvenstveno se razlika očitava u značajnom smanjenju količine organske tvari (iako je na početku količina organske tvari rasla), poroznosti, ukupnoj količini dušika i stabilnosti agregata. Reakcija tla se također razlikuje, prirodno tlo je kiselije nego kultivirano. To se može objasniti primjenom kalcifikacije na poljoprivrednim tlima, na što upućuju manje razlike između kultiviranog i prirodnog tla u dubljim slojevima. Razlika u mehaničkom sastavu je također vidljiva, količina gline je veća u kultiviranom tlu, ali ipak je distribucija čestica kroz profil vrlo slična kod svih načina korištenja. Uže istraživanje proveli su Saglam i Dengiz (2012) kada su izabrali različite načine korištenja poljoprivrednog tla i pokušali utvrditi razlike u mehaničkom sastavu tla. Uzorci tla su sakupljani sa područja pod različitim načinom korištenja (ratarske kulture i povrtlarske kulture) i sa različitom teksturom (glinasto tlo, glinasta ilovača i ilovača) na dubini od 0 do 20 cm. Zaključili su da osnovne karakteristike tla određuju i način korištenja tla. Svaka istraživana vrsta tla na kojem su uzgajane povrtlarske kulture imala je više pijeska i praha, a manje gline nego tlo na kojem se uzgajaju ratarske kulture. Čovjek prilagođava način korištenja tla njegovim prirodnim značajkama. Povrće se ne uzgaja na teškim glinastim tlima jer ne bi uspijevalo, posebno korjenasto, kao što je na primjer mrkva,

celer, peršin, krumpir i slično, pa se uvijek za uzgoj povrća biraju tla lakše teksture. Razlike u količini organske tvari u tlu koje uzrokuje intenzivna poljoprivredna proizvodnja obrazložio je Celik (2005) prilikom proučavanja utjecaja poljoprivredne proizvodnje na organsku tvar tla na području južnog Mediterana. Istraživanje je provedeno na tri različite lokacije: poljoprivredna površina, mozaik pašnjaka i šume i netaknuto prirodno tlo, a sve tri lokacije izvorno imaju isti tip tla, Haploxeroll. Primijetio je drastično smanjenje količine organske tvari antropogeniziranog tla, u prosjeku za 49% u odnosu na prirodno tlo. Dok rezultati ovog istraživanja pokazuju da razlike u količini organske tvari istog tipa tla na različitim dubinama nisu signifikantne. Haghighi i sur. (2010) dodatno naglašavaju da količina organske tvari drastično pada po svim dubinama u tlu koje se obrađuje za razliku od prirodnog tla i da se smanjuje prirodna produktivnost tla. Uzorke su uzimali na području Teherana sa livade koja se ne obrađuje i sa antropogenizirane oranice, s dubine od 0-15 i 15-30 cm.

Različiti načini korištenja tla iziskuju i različiti antropogeni utjecaj kako bi prinos kultura bio što veći i kvalitetniji. U Hrvatskoj su stručnjaci radili istraživanja na promjenama fizikalnih i kemijskih svojstava tla zbog različitog antropogenog utjecaja izazvanog različitim načinom korištenja zemljišta. Mnogi autori upućuju na to da gnojidba tla pozitivno utječe na promjene u kemijskim svojstvima tla, poput statusa hranjiva, a negativno djeluje zbog povećanja kiselosti tla (Karalić, 2009; Lončarić i sur.,2004; Butorac i sur., 2005, Rastija i sur., 2009,) pa je stoga kalcifikacija jedna od osnovnih mjera povećanja reakcije tla kako bi se postigli povoljniji uvjeti. Kovačević i sur. (2005) navode kako prvi podatak o kalcifikaciji tla od nepoznatog autora datira iz 1789. godine. U zadnjih 25 godina postavljeno je mnogo poljskih pokusa i istraživanja, te prema rezultatima autori naglašavaju da se prinos većine kultura kojima ne odgovara kiseli pH podiže za oko 10% nakon kalcifikacije. Autori napominju još da efekt kalcifikacije ovisi i o tipu tla, svojstvima tla i o klimatskim uvjetima, pa tako kalcifikacija ne daje uvijek iste rezultate.

Brojni autori proučavaju odnose kalcifikacije i gnojidbe i njihov utjecaj na kemijska svojstva tla. Lončarić i sur. (2006) u istraživanju na luvisolu kroz dvije godine utvrđuju da kalcifikacija utječe na povećanje pH vrijednosti prosječno za jednu do dvije jedinice, a već standardna gnojidba pri odgovarajućoj pH vrijednosti povećava količinu pristupačnih hranjiva. Utjecaj same gnojidbe na zalihu fosforom i kalijem i na kemijska svojstva tla istraživali su Butorac i sur. (2005) u plodoredu kukuruz-soja-ozima pšenica-šećerna repa na lesiviranom tlu. Rezultati pokazuju da je gnojidba pozitivno utjecala na prinos korijena šećerne repe, ali je gnojidbom fosforom i kalijem došlo do podizanja stvarne plodnosti tla što

izravno i neizravno utječe na druge kemijske značajke tla. Dokazano je da se gnojidbom povećava zaliha fosforom i kalijem u biljci pristupačnom obliku, ali je došlo i do acidifikacije tla te do smanjenja zasićenosti adsorpcijskog kompleksa bazama u odnosu na kontrolu. Također u svrhu istraživanja učinka gnojidbe, Lončarić i sur. (2006) postavili su pokusna polja na praškasto ilovastom pseudogleju u Donjem Miholjcu na istoku Hrvatske. Tlo je bilo vrlo kiselo (pHKCl=3,61) sa malo organske tvari (1,56%), te niskim sadržajem fosfora (102 mgP_2O_5/kg) i kalija (135 mg K_2O/kg) i gnojeno je u 7 različitih tretmana koji uključuju negnojenu kontrolu. Istraživanje je pokazalo da gnojidba pozitivno utječe na razvoj i prinos uzgajanih kultura, a optimalne doze gnojiva pokazuju pozitivne rezultate unatoč vrlo niskoj pH vrijednosti tla. Učinak gnojidbe različitih količina i formulacija na pseudogleju središnje Hrvatske proučavali su Bertić i sur. (2006) na području Križevaca kroz tri vegetacije. Tlo je bilo kiselo (pHKCl= 4,96), s niskim sadržajem humusa (2,1%) i osrednjim sadržajem fosfora i kalija (148 mg P_2O_5/kg i 122 mg K_2O/ kg). Gnojenje mineralnim gnojivima je bilo u 10 različitih tretmana uključujući negnojenu kontrolu kroz tri godine koje su imale signifikantno različite klimatske uvijete u pogledu količine oborina. Rezultati su pokazali da najveća doza gnojiva daje duplo veći prinos od negnojene kontrole, a različiti klimatski uvjeti su pokazali signifikantne razlike u povećanju količine hranjiva i organske tvari u tlu u slučajevima kada je vode bilo dovoljno u gornjim slojevima tla kroz cijelu vegetaciju.

Herak Ćustić i sur. (2007) u svom su istraživanju pokušali utvrditi optimalne doze gnojiva u povrćarskoj proizvodnji na dvije lokacije. Rezultati pokazuju da se količina fosfora u tlu znatno razlikuje na području Žumberka gdje se kreće od 21 do 73 mg P_2O_5/kg i Like gdje varira od 89 do 139 mg P_2O_5/kg ovisno o količini primijenjenih gnojiva. Količina kalija na Žumberačkom području iznosi od 120 do 213 mg K_2O/kg, a na području Like 313 do 342 mg K_2O/kg također ovisno o količini upotrijebljenog gnojiva što upućuje na to da osim samog unosa gnojiva mnogi drugi faktori utječu na rezultate, a neki od njih su i geografski položaj, obrada, reljef, klima i slično.

Karalić (2010) u svojoj doktorskoj disertaciji prikazuje rezultate kemijskih svojstava tla i pristupačnost hranjiva nakon kalcifikacije, te mineralne i organske gnojidbe prirodno kiselog tla. Zaključuje da kalcifikacija indirektno povećava pristupačnost fiziološki aktivnih hranjiva u tlu jer poboljšava mineralizaciju i dekompoziciju humusa, a organska gnojidba povećava sadržaj humusa. Vrlo slično istraživanje proveli su Lončarić i sur. (2004) koji su pratili utjecaj mineralne gnojidbe i kalcifikacije na promjene kemijskih svojstava tla, ali na dva tipa tla: lesiviranom tlu vrlo kisele reakcije koje zahtjeva kalcifikaciju i regosolu slabo alkalne

reakcije. Dobili su i slične rezultate, kalcifikacijom se povećava pH vrijednost kiselih tala, a gnojidbom tlo prima potrebna hranjiva za biljku. Učinkovitost različitih kombinacija mineralne i organske gnojidbe, te kalcifikacije na amfiglejnom tlu Karlovačke županije istraživali su i Kisić i sur. (2002/I). Rezultati početne analize su pokazali da je mehanički sastav tla ilovača do glinasta ilovača, reakcija tla je kisela (pH-KCl=4,82-4,98), slaba je opskrbljenost biljci pristupačnim fosforom i umjerena opskrbljenost biljci pristupačnim kalijem. Prema vrijednosti hidrolitskog aciditeta potrebne su umjerene doze materijala za kalcifikaciju, a zasićenost adsorpcijskog kompleksa tla bazama je osrednja. Kalcifikacijom i gnojidbom dolazi do signifikantnih razlika u kemijskim značajkama tla. Autori ukazuju na to da su početne vrijednosti nepovoljne za uzgoj većine oraničnih kultura, a rezultati nakon kalcifikacije i gnojidbe pokazuju vrijednosti pogodnog tla za uzgoj poljoprivrednih kultura. Povećanjem pH tla, mijenja se i y_1 i zasićenost adsorpcijskog kompleksa, a što se gnojidbe tiče, pojačanom gnojidbom je povećana količina fiziološki aktivnih hranjiva P i K nakon dvije godine istraživanja. Rastija i sur. (2009) provode nešto duže istraživanje, kroz pet godina na dva lokaliteta u istočnoj Slavoniji na lesiviranim tlima kisele reakcije i utvrđuju da je mineralna gnojidba povećala opskrbljenost tla fosforom za oko 5 mg P_2O_5/100g tla i kalijem za oko 6,5 mg K_2O/100g tla, a kalcifikacija je održavala željenu pH vrijednost. Utjecaj kalcifikacije za korekciju suvišne kiselosti tla proučavao je i Mesić (2001) kada je određivano koji je materijal i u kojoj dozi najpogodniji, te je zaključeno da primjena različitih vapnenih materijala uvjetuje promjene u kemijskom kompleksu tla, a primjenom nižih doza svih materijala vidljiv je isključivo pozitivan učinak na kemijske karakteristike tla, iako te doze nisu bile dovoljne za neutralizaciju nepovoljne kisele reakcije tla.

Neki autori proučavali su i svojstva pseudogleja kontinentalne Hrvatske kao tipa tla, te kako antropogeni utjecaj može promijeniti ta svojstva. Tako su Bogunović i sur. (2009) određivali stanje kiselosti glavnih tipova tala kontinentalne Hrvatske budući da je zakiseljavanje tla jedno od bitnih pitanja degradacije tala. Postavili su znanstveno istraživanje, dugoročni projekt pod nazivom „Zakiseljavanje tala i dehumizacija u agroekosustavima kontinentalne Hrvatske“ koji obuhvaća postojeće i novo prikupljene podatke za četiri tipa tla. Rezultati reakcije tla dobiveni za pseudoglej su: pH-H_2O između 4,52-6,95 i pH-KCl između 3,48-6,01. Utvrđeno je i da je kiselost tla po istom tipu ovisna o načinu korištenja i geografskom položaju. Kiselost tla raste idući od istoka prema zapadu, a veća je kod oranica u odnosu na šumske prostore. Rubinić i sur. (2014) u svom radu pokazuju također kisele, ali nešto niže pH vrijednosti na tri različita pseudoglejna profila, reakcija tla (pH-KCl) je od 3,04 do 5,08

ovisno o horizontu. Osim reakcije tla rezultati pokazuju da je tlo po teksturi većinom praškasta ilovača, osim u trećem profilu gdje su horizonti Btg2 i Ctg praškasto glinasta ilovača, što autori objašnjavaju specifičnom genezom tog profila. U sklopu istraživanja utjecaja različitih načina obrade na prinos zrna kukuruza Kisić i sur. (2002/II) određivali su i optimalnu dubinu osnovne obrade pseudogleja obronačnog, pa su odredili i osnovna kemijska i fizikalna svojstva ovog tipa tla, što nam daje informaciju o osnovnim svojstvima ispitivanog tla. Dubina tla je podijeljena prema horizontima: 0-24 cm (Ap_1),24-35 cm (Ap_2) i 35-95 cm (Bg). Reakcija tla, pH-KCl, raste sa dubinom i varira od 4,21 do 4,81, dok hidrolitski aciditet pada sa dubinom i varira od 12,8 do 7,0. Količina humusa je vrlo niska i pada sa dubinom, iznosi 1,25 – 0,4%. Količina fiziološki aktivnih hranjiva P i K pada sa dubinom i iznosi 13,8-5,4 mg P_2O_5/100g tla, te 15,9-5,7 mg K_2O/100g tla. Tekstura pseudogleja obronačnog u sva tri horizonta spada u razred pjeskovitih ilovača.

2.2. Utjecaj nagiba terena na svojstva tla

Veliki problem moderne poljoprivrede, u Hrvatskoj ali i u svijetu, je gubitak tla erozijom zbog nagiba terena. Procesom erozije dolazi do premještanja čestica tla, te na taj način do promjena fizikalnih i kemijskih karakteristika tla. Mnogi znanstvenici u svojim istraživanjima potvrđuju da konverzijom prirodnog tla u neku vrstu poljoprivrednog može doći do pojačanja erozije i smanjenja organske tvari u tlu, te do promjene strukture i teksture tla (Lichon, 1993; Chen i sur., 2001; Elliott,1986). Jiang i sur. (2006) u svom istraživanju navode smanjenje količine organske tvari čak za 12,26g/kg unutar 10 godina nakon promjene prirodnog tla u antropogeno tlo. Celik (2005), prilikom proučavanja utjecaja poljoprivredne proizvodnje na organsku tvar tla na području južnog Mediterana, naglašava da je erozija izraženija na obrađenom poljoprivrednom zemljištu nego na prirodnom zemljištu sa stalnom vegetacijom. Kako bi potvrdio svoju hipotezu određivao je eroziju vodom pomoću USLE-K faktora, a rezultati su pokazali da je gubitak tla od erozije dva puta veći na obrađenom nego na neobrađenom tlu. Dobiveni rezultati ukazuju na to da uzgoj poljoprivrednih kultura i obrada tla povećavaju erodibilnost tla, a degradacija fizikalnih svojstava tla antropogenim utjecajem povećava osjetljivost tla na eroziju.

Kako nagib utječe na svojstva tla i na eroziju te na uzgoj kukuruza proučavali su u centralnom Ohio-u Changere i sur. (1997). Mjerenja su se provodila na tri mjesta na padini: na gornjem dijelu, u sredini i na donjem dijelu. Trogodišnje istraživanje je pokazalo da je erozija tla i

gubitak gornjeg dijela tla najveći na srednjem dijelu padine gdje je najveći nagib. Primijetili su i velike razlike u razvoju kukuruza na različitom nagibu. Kukuruz se najbolje razvijao, imao najbolju proizvodnju biomase, veću unos hranjiva i najveći prinos u donjem dijelu padine na kojem se nalaze najveće količine erozijom nanesenog gornjeg sloja tla. Vrlo slične rezultate dobili su i Verity i Anderson (1990) u istraživanju utjecaja erozije na svojstva tla koja su važna za plodnost tla i prinos kultura. Ispitivanje je provedeno u Kanadi, a rezultati su prikazani preko odnosa nagiba i lokacije na padini sa prinosom kulture na tom dijelu padine. Prinos je bio najniži na gornjem dijelu padine i postupno je rastao prema srednjem dijelu, te je na donjem dijelu dosegao svoj maksimum.

Prema Ritter-u (2012) nagib terena i erozija prvenstveno utječu na gubitak vrijednog gornjeg sloja tla, koji sadrži najveće količine hranjivih tvari koje izravno utječu na rast i prinos kultiviranog bilja. Organska tvar i mineralna gnojiva se gube transportom čestica na donje dijelove padina gdje se mogu akumulirati. Erozijom tla može doći i do promjene strukture i teksture tla, te narušavanja plodnosti tla. Generalno tla koja imaju bolju mogućnost infiltracije, veću količinu organske tvari otpornija su na eroziju, a obradom tla i promjenom prirodnih svojstava tla povećava se rizik od erozije. Što je padina duža i strmija, veći je rizik od erozije, a potencijal erozije se dodatno povećava što tlo ima manje vegetacijskog pokrova. Eroziju tla i promjene fizikalnih svojstava tla pri različitom načinu korištenja tla proučavali su Jankauskas i sur. (2008) na lesiviranom tlu u brdovitom području zapadne Litve kroz 18 godina. Cilj im je bio bolje razumjeti utjecaj nagiba terena i načina korištenja zemljišta na eroziju vodom i promjene fizikalnih svojstava tla pod utjecajem erozije. Tekstura istraživanih uzoraka je bila pjeskovita ilovača do glinasta ilovača i mijenjala se pod utjecajem erozije i nagiba, količina frakcije praha i gline se povećavala u obradivim horizontima tla koji su pod utjecajem erozije. Uz promjenu teksture, rezultati su pokazali da višegodišnji travnati nasadi smanjuju eroziju bolje od jednogodišnjih nasada (krumpir). Da se mehanički sastav tla pod utjecajem nagiba terena ne mijenja samo po horizontima nego i po lokaciji na padini ističu Awdenegest i Holden (2008) u rezultatima svojih istraživanja u sjevernoj Etiopiji. Uzorke tla uzimali su sa tri položaja nagiba: gornji, srednji i donji dio parcele, a cilj im je bio odrediti razlike u mehaničkom sastavu na različitim dijelovima padine. Mehanički sastav uzoraka se razlikuje po padini, tako je na donjem dijelu padine veća količina pijeska, a manja količina praha nego na gornjem dijelu padine. Promjene u kemijskim svojstvima tla opisuju Mainam i sur. (2002) koji pišu o razlikama u svojstvima tla pod utjecajem erozije u semiaridnoj zoni Kameruna i zaključuju da se pH vrijednost tla povećava sa povećanjem dužine padine, što

pripisuju varijacijama u dubini C horizonta. Pod utjecajem erozije gubi se gornji sloj tla i smanjuje se dubina na kojoj je matični supstrat što utječe i na pH vrijednost tla u površinskim horizontima.

Erozija vodom na području kontinentalne Hrvatske je vrlo učestala i pod utjecajem je mnogih prirodnih faktora kao što su nagib, klima, tip tla i slično, ali je i pod utjecajem čovjeka te načina korištenja zemljišta. Kisić i sur. (2005) u priručniku o eroziji tla vodom na pseudogleju središnje Hrvatske pri različitim načinima obrade i korištenja zaključuju da je najveći gubitak tla erozijom u svim godinama istraživanja utvrđen na kontrolnoj-standardnoj varijanti, koja predstavlja obrađeno, a nezasijano-golo tlo. U svim ostalim istraživanim varijantama obrade tla u desetogodišnjem prosjeku erozija se nalazi u tolerantnim vrijednostima gubitka. Potvrdili su i svoje rezultate koji pokazuju da su gubici tla erozijom u uzgoju jarih okopavina (kukuruz i soja) značajno veći nego u uzgoju ozimina (pšenica i uljana repica) i jarog ječma sa sojom. Zaključuju i da su najveći gubici tla u uzgoju okopavina - preko 80% godišnje erozije događa se u stadiju sjetvenog sloja neposredno poslije sjetve. Razdoblje svibanj - prva polovica lipnja najrizičnije je razdoblje za eroziju vodom u agroekološkim uvjetima središnje Hrvatske. Tip tla i položaj u reljefu su konstante koje se ne mijenjaju kroz godinu i njihov utjecaj na eroziju je nepromjenljiv, dok su količina i intenzitet oborina i način korištenja (usjev) promjenjivi pokazatelji kroz godinu. Tijekom tog dugog istraživanja provedeni su i manji dodatni projekti koji su objavljeni u obliku znanstvenih radova. Tako su, na primjer, Kisić i sur. (2002/III) pratili količinu izgubljenog tla erozijom tijekom petogodišnjeg istraživanja na pseudogleju obronačnom. Zbog nepovoljnih fizikalnih i kemijskih svojstava, pseudoglej je sklon formiranju pokorice i intenzivne erozije vodom na kosim terenima. Uočili su značajno veće godišnje stope erozije tla u uzgoju proljetnih kultura rijetkog sklopa, nego u uzgoju ozimih kultura gustog sklopa. Definiraju i najkritičnije razdoblje u kojem je najveći gubitak tla, a to je vrijeme neposredno nakon sjetve proljetnih usjeva. Kroz tih pet godina određivala su se i kemijska svojstva erodiranog materijala u sklopu istraživanja najpogodnijeg načina obrade pseudogleja obronačnog, Kisić i sur. (2002/IV). Rezultati su pokazali da erodirane nakupine imaju veću pH vrijednost, bogatije su organskom tvari i veće količine biljci fiziološki aktivnog fosfora i kalija. Uz to, veće količine organske tvari i hranjiva pronađene su kod proljetnih usjeva rijetkog sklopa, nego kod ozimih usjeva gustog sklopa. Bašić i sur. (2002) istraživali su fizikalna svojstva erodiranog materijala pseudogleja na dnu padine na tim istim uzorcima i došli su do zaključka da je erodirani materijal generalno bogatiji prahom i glinom od tla na padini, dok je količina pijeska podjednaka u tlu na svim dijelovima padine.

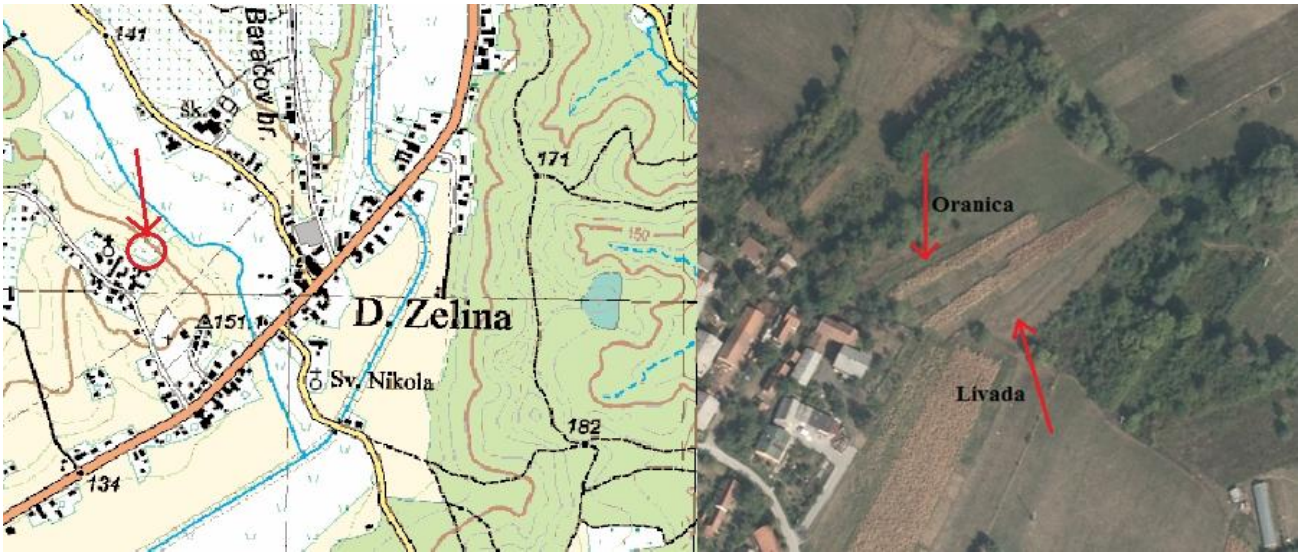
3. MATERIJALI I METODE

3.1. Terenski rad

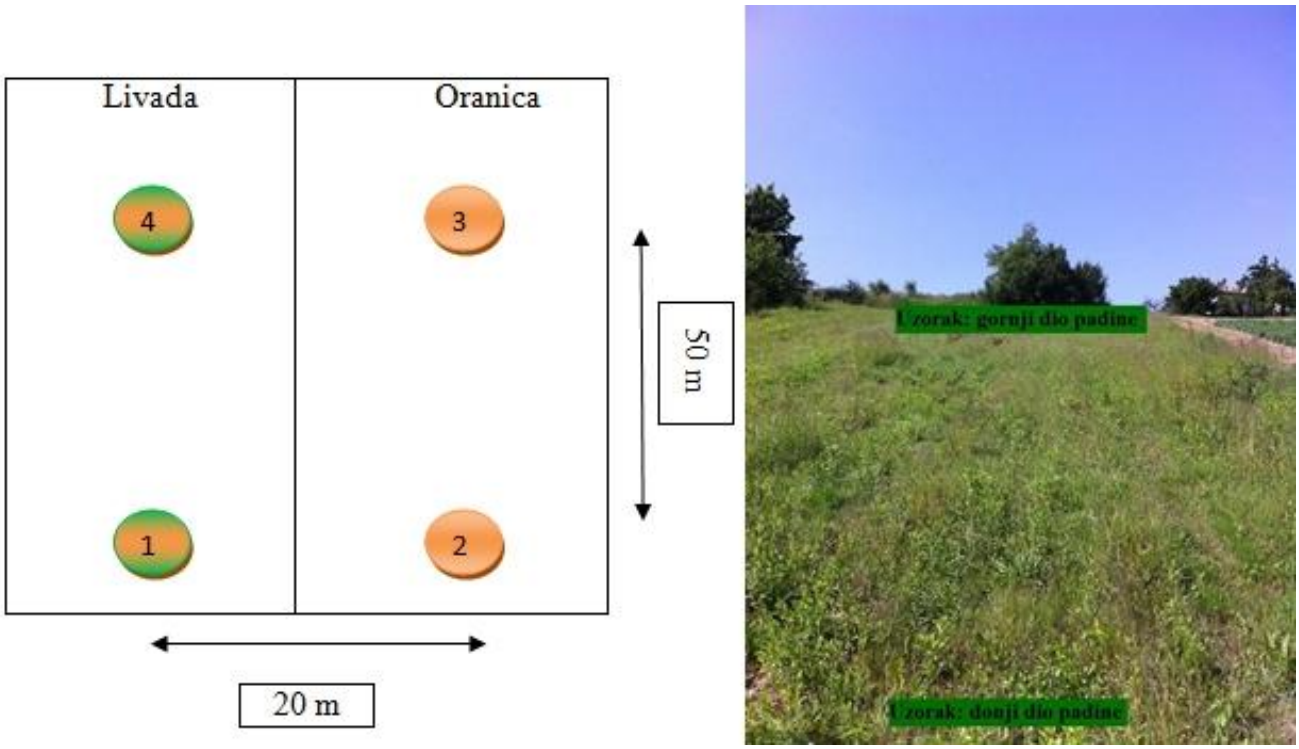
Istraživano područje nalazi se u Svetom Ivanu Zelini, gradu istočno od Zagreba, na malom poljoprivrednom gospodarstvu obitelji Šipek (slika 1.). Svrstava se u područje kontinentalne Hrvatske, a klima je umjerena kontinentalna (Zaninović i sur., 2008). Reljef istraživanog područja se svrstava u klasu 1., nizinski i brežuljkasti (Husnjak, 2014), a nagib obronka se kreće od 5 do 10 % na livadi i na oranici (http://www.arkod.hr/). Ekspozicija nagiba obronka je sjeverna sa GPS koordinatama lokacije: x = 5595643, y = 5086046.

Terenski dio istraživanja na odabranoj lokaciji odrađen je 23. svibnja, 2014. godine. Uzorci su se uzimali sondom sa oranice pod povrtlarskom proizvodnjom i napuštenog poljoprivrednog tla s prirodnim vegetacijskim pokrovom koje nije obrađivano otprilike 30-ak godina. U vrijeme dolaska na teren na površini napuštenog zemljišta je bila trava visine 30-ak cm, a na oranici nije bilo vegetacijskog pokrova, samo golo tlo obrađeno do dubine 30 cm. Uzorci su prikupljani po pedogenetskim horizontima na gornjim i donjim polovicama padina oranice i livade, a ukupno je uzeto 15 uzoraka do dubine od 110 cm. Razmak između uzoraka na gornjoj i donjoj polovici padine svake lokacije posebno iznosio je 50 m, dok je razmak između uzoraka gornje polovice padine oranice i livade, te donje polovice padine oranice i livade iznosio 20m (slika 2.).

Opis lokacije i opis profila, te uzorkovanje tla napravljeni su prema FAO (2006). Uz uzimanje uzoraka za laboratorijske analize, od istih uzoraka napravljeni su i mikromonoliti svake lokacije, te je prema njima određena boja svakog horizonta u suhom stanju u laboratoriju prema Munsell soil color charts (2000). Oznake horizonata i struktura određeni su prema FAO (2006). Oznake horizonata su uspoređene sa domaćom literaturom, pa su imena horizonata prilagođena prema Škorić (1985). Karbonatnost tla je provjerena aplikacijom otopine 10%-tne klorovodične kiseline (HCl) na svakom horizontu do dubine 110 cm.



Slika 1. – Istraživano područje (Izvor:Geoportal, DGU)

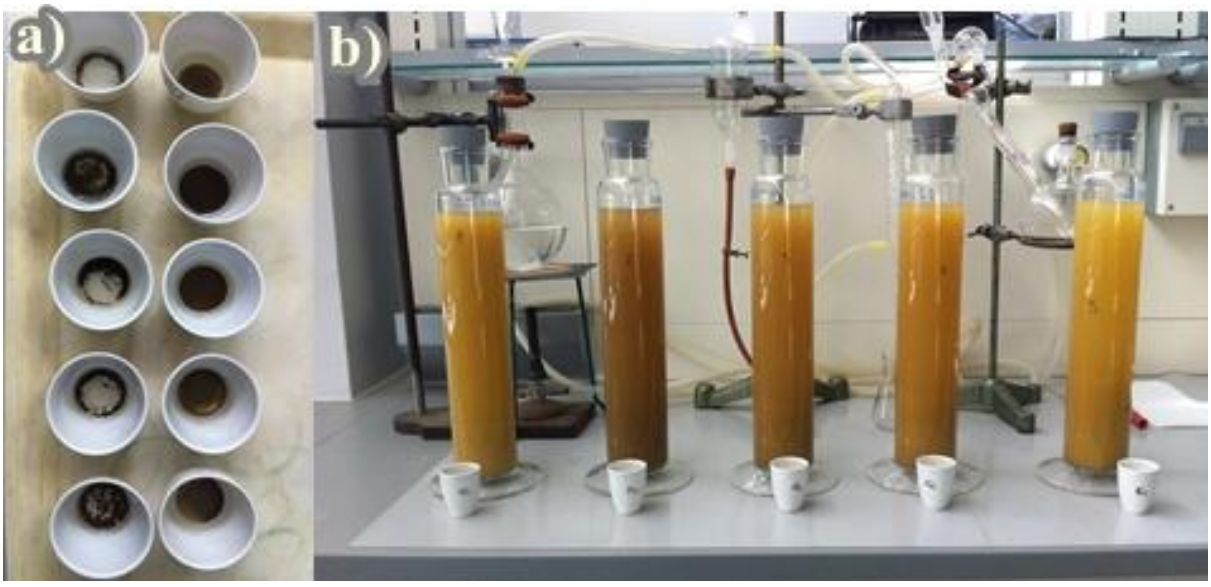


Slika 2. – Shema uzorkovanja i lokacija uzorkovanja sa označenim mjestima uzimanja uzoraka.

3.2. Laboratorijski rad

Uzorci tla sušili su se na zraku tjedan dana dok nisu bili u potpunosti suhi, pa su nakon toga usitnjeni u mlinu i prosijani kroz sito promjera 2 x 2 mm (HRN ISO 11464, 2006). Na taj način je odvojen skelet tla (> 2mm) i dobivena sitnica tla koja je stavljena u vrećice na kojima su označene lokacija i dubina uzorka. Svaki pojedini uzorak se potom unosi u bazu podataka laboratorija i dobiva svoj analitički broj pod kojim se vrše sve analize u laboratoriju.

Od fizikalnih svojstava tla određen je mehanički sastav (tekstura) svakog uzorka metodom prosijavanja i sedimentacije (HRN ISO 11277, 2004) (slika 3.). Dobiveni rezultati mehaničke analize prikazuju količinu (%) ukupnog pijeska (2-0,063 mm), ukupnog praha (0,063-0,002 mm) i gline (<0,002 mm) koje se interpretiraju prema FAO (2006) teksturnom trokutu.

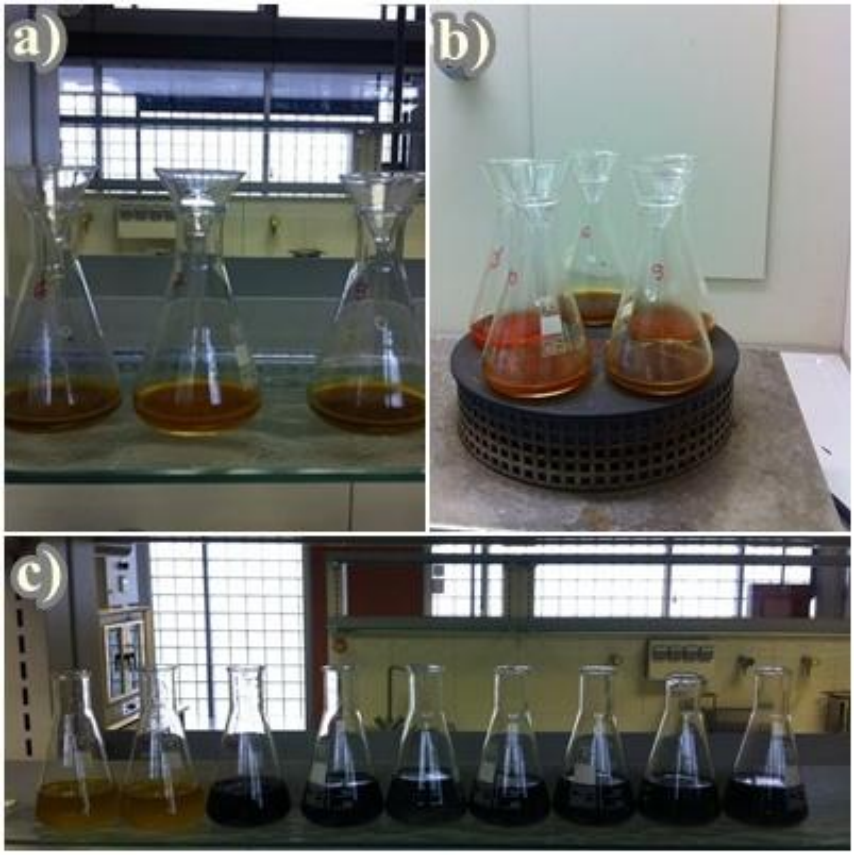


Slika 3. - Određivanje Mehaničkog sastava tla. a) lončići sa krupnim i sitnim pijeskom; b) cilindri sa prahom i glinom

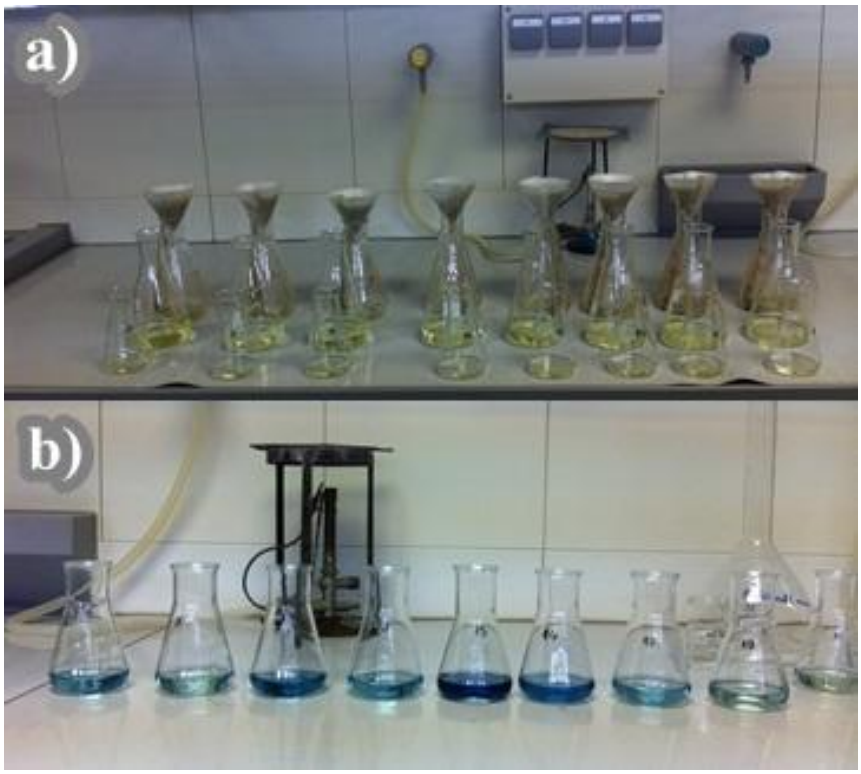
Određena su i slijedeća kemijska svojstva uzoraka tla:

- Reakcija tla, pH, otopine tla u 1M kalijevom kloridu (KCl) i u destiliranoj vodi u omjeru zrakosuha sitnica : H_2O (KCl), 1:5 pomoću pH-metra (HRN ISO 10390,2005).
- Količina humusa u površinskom i potpovršinskom horizontu (slika 4.) dodatkom kalijevog bikromata i kuhanjem uzorka, te hlađenjem i titracijom otopinom 0,1M Mohrove soli (metoda po Tjurinu JDPZ, 1966).
- Karakter humusa određen je sa 2%-tnim amonijevim hidroksidom,NH_4OH, u omjeru zrakosuha sitnica : NH_4OH, 1:3 i interpretiran prema boji filtrata (Škorić, 1982).
- Hidrolitski aciditet, i preko njega određivanje količine vapna za kalcifikaciju, otapanjem tla u 1 N otopini natrijevog acetata (CH_3COONa) i titriranjem filtrata sa 0,1N natrijevom lužinom, NaOH (metoda po Kappenu, JDPZ, 1966).
- Parametri adsorpcijskog kompleksa tla, otapanjem tla u 0,1 N klorovodičnoj kiselini (HCl) i titracijom filtrata 0,1 N natrijevom lužinom, NaOH (metoda po Kappenu, JDPZ, 1966). Daljnjim izračunom dobiva se: količina baza sposobnih za zamjenu (S), nezasićenost adsorpcijskog kompleksa tla bazama (T-S), maksimalni adsorpcijski kapacitet tla za baze (T) i stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama (V) prema kojem se i vrši klasifikacija tla.
- Fiziološki aktivna hranjiva, kalij u obliku K_2O i fosfor u obliku P_2O_5 u površinskom i potpovršinskom horizontu tla (AL- metoda, JDPZ, 1966) (slika 5.). Koncentracija fiziološki aktivnog fosfora očitava se spektrofotometrijski pri valnoj duljini od 620nm što odgovara plavoj boji otopina dobivenih iz filtrata, a koncentracija fiziološki aktivnog kalija izračunava se na temelju vrijednosti dobivenih plamen fotometrijom filtrata.

Sve navedene analize su provedene u laboratoriju Zavoda za pedologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, osim fiziološki aktivnog kalija koji je određen u laboratoriju Zavoda za ishranu bilja također na Agronomskom fakultetu.



Slika 4. – Određivanje količine humusa. a) priprema uzoraka; b) kuhanje uzoraka ; c) uzorci prije i nakon titracije



Slika 5. – Određivanje količine fiziološki aktivnih hranjiva. a) Dobivanje filtrata za određivanje fosfora i kalija; b) priprema otopine, iz filtrata, za određivanje fosfora

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

4.1. Morfološki opis tala

Morfološki opis istraživanih tala uključuje dubinu svakog horizonta, boju, oznaku horizonta i strukturu. Niti jedan od uzoraka nije bio karbonatan, što i jest karakteristično za pseudoglej, pa ti rezultati nisu prikazani u tablici. Matični supstrat na kojem su nastali svi profili tla određen je prema morfološkim karakteristikama tla, a radi se o pleistocenskim ilovinama. Pleistocenske ilovine su zapravo derivati lesa i prostiru se na oko 7,5% Republike Hrvatske (Husnjak,2014). Nekarbonatne su, a najčešće ih nalazimo na području zapadne Slavonije i središnje Hrvatske (Škorić, 1986). Slike mikromonolita svake lokacije uz odgovarajuće tablice s detaljnim morfološkim opisom profila tla prikazane su na slikama 6, 7, 8, i 9.

Na temelju strukture, teksture i boje tla određeni su horizonti koji čine istraživane profile tla. Svaki pedološki profil sadržavao je antropogeni oranični horizont Ap pod utjecajem premještanja tla i organske i mineralne gnojidbe, do dubine od 30 cm što i jest dubina na kojoj se obrađuje tlo na istraživanoj lokaciji. Napušteno poljoprivredno zemljište potom do dubine od 55 cm ima karakteristični iluvijalni pseudoglejni horizont Btg ispod kojeg je iluvijalni pseudoglejni rastresiti matični supstrat, Ctg. Na donjem dijelu padine se taj matični supstrat prostire sve do 110 cm, dok na gornjem dijelu seže do 80 cm i ispod njega još se nalaze starije glinaste ilovače, 2Cg. Oranica pak ispod Ap horizonta na gornjem dijelu padine ima eluvijalni E horizont do dubine 50 cm, iluvijalni pseudoglejni Btg horizont do 80 cm i starije glinaste ilovače do 110 cm. Na donjem dijelu padine oranice ispod Ap horizonta, do 60 cm proteže se eluvijalni pseudoglejni horizont, Eg ispod kojeg je do 80 cm iluvijalni pseudoglejni horizont Btg i iluvijalni pseudoglejni matični supstrat Ctg do 110 cm.

Struktura Ap horizonta je jako izražena, agregati su jasno vidljivi i tlo se razdvaja uglavnom na cijele agregate. Primarno je poliedrična, a sekundarno granularna. Struktura Btg horizonta je također primarno poliedrična i sekundarno granularna, ali je umjereno izražena, agregati su jasno vidljivi i mogu se razdvojiti cijeli i u komadićima. Ctg matični supstrat ima primarnu masivnu (koherentnu), a sekundarno poliedričnu strukturu, dok starije glinaste ilovače ispod (2Cg) imaju u potpunosti masivnu (koherentnu) strukturu. Eluvijalni E horizont ima umjereno izraženu primarno granularnu strukturu, a Eg horizont ima primarno poliedričnu i sekundarno granularnu strukturu, ali je slabo izražena. Slabo izražena struktura predstavlja jedva vidljive agregate koji su većinom u komadićima. Struktura istih horizonata u različitim profilima je uniformna, prijelaz iz granularne u poliedričnu pa u masivnu (koherentnu) strukturu prema

dubini profila karakterističnо je svojstvo povećanja strukturalnosti lesnih supstrata u uvjetima klasične pedogeneze (Škorić, 1991).

Tri horizonta su homogeno jednobojna. Boja Ap horizonta sva četiri profila je blijedo smeđa (10YR 6/3), a na gornjem dijelu oranice, E horizont je svijetlo žuto smeđe boje (10YR 6/4) i Bt horizont je jako blijedo smeđe boje (10YR 7/4). Ostali horizonti su mramorirana kombinacija različitih boja u različitom omjeru izraženom u postotcima. U profilu livade, Btg horizont je kombinacija svijetlo žuto smeđe i smeđe žute boje 10YR *hue value*, a Ctg horizont osim dominantnih 10YR *value* 6 i 7 sadrži svijetlo zelenkasto sivu boju, 8/5 BG (10-15% na gornjem i na donjem dijelu padine) koja je produkt redukcijskih procesa željezovih i manganovih spojeva u razdoblju kada nije bilo kisika u tlu zbog stagnirajuće vode. Starije glinaste ilovače ispod matičnog supstrata na gornjem dijelu padine, uz kombinaciju *hue* 10YR boja *value* 6 i 7, te 8/5 BG sadrže i 1-3 % crne boje (10YR 2/1) koja predstavlja nakupine mangana nastale oksidacijskim procesima u sušnom razdoblju godine. Starije glinaste ilovače u profilu na gornjem dijelu padine oranice većinom su smeđe žute boje (10YR 6/6) i sadrže 5-10 % svijetlo zelenkasto sivih zona (8/5 BG). Eg horizont donjeg dijela padine je većinom blijedo smeđe boje (10YR 6/3), dok je Btg horizont većinom jako blijedo smeđe boje (10YR 7/4). Ctg matični supstrat je mramoriran kombinacijom 10YR *value* 6 i 7. Isti horizonti u različitim profilima imaju gotovo uniformne kombinacije boja, dok je postotak zastupljenosti pojedine boje drugačiji.

Lokacija 1 :

Način korištenja: Livada

Reljef: gornji dio padine

Matični supstrat: Pleistocenske ilovine



Dubina (cm)	Boja*	Oznaka horizonta (FAO,2006)	Struktura**
0-30	10YR 6/3	Ap	I.Poliedrična II. Granularna Jako izražena
30-55	10YR 6/4 60-65% 10YR 6/6 30-35% 10YR 6/8 3-5%	Btg	I.Poliedrična II. Granularna Umjereno izražena
55-80	10YR 6/4 50-60% 10YR 6/8 10-15% 10YR 7/3 10-15% 8/5BG 10-15%	Ctg	I.Masivna (koherentna) II. Poliedrična
80-110	10YR 6/8 25-30% 10YR 6/4 25-30% 10YR 7/3 25-30% 8/5BG 5-10% 10YR 2/1 1-3%	2Cg	I. Masivna (koherentna)

*Boja : 10YR 6/3 – blijedo smeđa; 10YR 6/4 – svijetlo žuto smeđa; 10YR 6/6, 10YR 6/8 – smeđe žuta; 10YR 7/3 – jako blijedo smeđa; 10YR 2/1 – Crna; 8/5BG – svijetlo zelenkasto siva(Prema Munsell soil color charts, 2000)

**Struktura : I. primarna, II. sekundarna i njena izraženost (Prema FAO, 2006)

Slika 6. – Lokacija 1 – Mikromonolit i morfološki opis tla: livada, gornji dio padine

Lokacija 2:
Način korištenja: Livada

Reljef: donji dio padine

Matični supstrat: Pleistocenske ilovine



Dubina (cm)	Boja*	Oznaka horizonta (FAO,2006)	Struktura**
0-30	10YR 6/3	Ap	I. Poliedrična II. Granulama Jako izražena
30-55	10YR 7/3 35-40% YR10 6/4 20-25% 10YR 6/6 25-30% 10YR 6/8 5-10%	Btg	I. Poliedrična II. Granulama Umjereno izražena
55-110	10YR 7/3 65-70% 10YR 7/4 15-20% 8/5BG 10-15%	Ctg	I. Masivna (koherentna) II. Poliedrična

*Boja : 10YR 6/3 – blijedo smeđa; 10YR 6/4 – svijetlo žuto smeđa; 10YR 6/6, 10YR 6/8 – smeđe žuta; 10YR 7/3, 10YR 7/4 – jako blijedo smeđa; 8/5BG – svijetlo zelenkasto siva (Prema Munsell soil color charts,2000)

**Struktura : I. primarna, II. sekundarna i njena izraženost (Prema FAO,2006)

Slika 7. – Mikromonolit i morfološki opis tla: livada, donji dio padine

Lokacija 3:
Način korištenja: Oranica

Reljef: gornji dio padine

Matični supstrat: Pleistocenske ilovine



Dubina(cm)	Boja*	Oznaka horizonta (FAO,2006)	Struktura*
0-30	10YR 6/3	Ap	I. Poliedrična II. Granularna Jako izražena
30-50	10YR 6/4	E	I. Granularna Umjereno izražena
50-80	10YR 7/4	Btg	I. Poliedrična II. Granularna Umjereno izražena
80-110	10YR 6/6 80-90% 10YR 6/8 3-5% 8/5BG 5-10%	2Cg	I. Masivna (koherentna)

*Boja : 10YR 6/3 – blijedo smeđa; 10YR 6/4 – svijetlo žuto smeđa; 10YR 6/6, 10YR 6/8 – smeđe žuta; 10YR 7/4 – jako blijedo smeđa; 8/5BG – svijetlo zelenkasto siva (Prema Munsell soil color charts,2000)

*Struktura : I. primarna, II. sekundarna i njena izraženost (stabilnost) (Prema FAO,2006)

Slika 8. - Mikromonolit i morfološki opis tla: oranica, gornji dio padine

Lokacija 4:
Način korištenja: Oranica

Reljef: donji dio padine

Matični supstrat: Pleistocenske ilovine



Dubina (cm)	Boja*	Oznaka horizonta (FAO,2006)	Struktura**
0-30	10YR 6/3	Ap	I. Poliedrična II. Granularna Jako izražena
30-60	10YR 6/3 85-90% 10YR 7/3 10-15%	Eg	I. Poliedrična II. Granularna Slabo izražena
60-80	10YR 7/4 90-95% 10YR 6/3 5-10%	Btg	I. Poliedrična II. Granularna Umjereno izražena
80-110	10YR 6/4 65-70% 10YR 7/4 15-20% 10YR 6/6 10-15%	Ctg	I.Masivna (koherentna) II. Poliedrična

*Boja : 10YR 6/3 – blijedo smeđa; 10YR 6/4 – svijetlo žuto smeđa; 10YR 6/6 – smeđe žuta; 10YR 7/3, 10YR 7/4 – jako blijedo smeđa(Prema Munsell soil color charts,2000)

**Struktura : I. primarna, II. sekundarna i njena izraženost (Prema FAO,2006)

Slika 9. - Mikromonolit i morfološki opis tla: oranica, donji dio padine

4.2. Tekstura tla

Tekstura ili mehanički sastav tla predstavlja kvantitativni odnos mehaničkih elemenata (čestica) tla i pokazuje kakva je usitnjenost, odnosno disperznost krute faze tla. Mehanički sastav se relativno sporo mijenja i ne podliježe niti brzoj niti velikoj dinamici, pa se ubraja u statička svojstva tla i korišten je za mnoge procjene tala još od prvih karakterizacija do danas (Vukadinović i sur., 2011). U korelaciji je sa vodozračnim i toplinskim, te fizikalnim i kemijskim svojstvima tla, ima veliko značenje za uzgajanu biljku u vidu količine hranjiva, topline, konzistencije, otpora korijena, uvjeta za formiranje rizosfere i ostalih za život biljke važnih procesa (Pavlović, 2010).

Uz navedeno, tekstura utječe na koncentraciju vodene otopine tla. Tla težeg mehaničkog sastava se teško ispiru oborinama, zbog toga je u takvim tlima koncentracija hranjiva uvijek veća nego u pjeskovitim tlima (Škorić, 1991).

Rezultati u tablici 1. pokazuju kvantitativne udjele pojedinih mehaničkih elemena tla ili čestica tla koji su izraženi u postocima. Prema graničnim dimenzijama frakcije tla su: krupni pijesak (2,0-0,2 mm), sitni pijesak (0,2-0,063 mm), krupni prah (0,063-0,02 mm), sitni prah (0,02-0,002 mm) i glina (< 0,002 mm). Zadnja kolona, teksturna oznaka, predstavlja razred u koji se tlo svrstava određeno prema količini ukupnog pijeska, praha i gline te njihovom odnosu na teksturnom trokutu (FAO, 2006).

Tablica 1. – Kvanititativni udjeli pojednih mehaničkih čestica u postocima po horizontima i teksturna oznaka

Način korištenja	Položaj na padini	Dubina (cm)	Oznaka horizonta (FAO,2006)	%k.pijesak (2,0-0,2mm)	%s.pijesak (0,2-0,063mm)	%k.prah (0,063-0,02mm)	%s.prah (0,02-0,002mm)	%glina (<0,002mm)	Teksturna oznaka*
Oranica	Gore	0-30	Ap	2,9	4,1	36,3	41,0	15,7	PrI
		30-50	E	2,9	3,5	39,3	37,0	17,3	PrI
		50-80	Btg	3,4	3,8	33,2	39,5	20,1	PrI
		80-110	2Cg	1,5	3,4	24,4	31,4	39,3	PrGI
	Dolje	0-30	Ap	4,1	3,5	36,3	37,3	18,8	PrI
		30-60	Eg	3,3	4,3	38,3	35,7	18,4	PrI
		60-80	Btg	4,7	4,2	33,5	31,9	25,7	PrI
		80-110	Ctg	3	3,3	33,4	30,7	29,6	PrGI
Livada	Gore	0-30	Ap	3,7	4,1	37,8	39,5	14,9	PrI
		30-55	Btg	3,0	3,8	33,7	36,6	22,9	PrI
		55-80	Ctg	3,0	2,5	29,9	32,0	32,6	PrGI
		80-110	2Cg	3,5	3,1	26,1	30,2	37,1	PrGI
	Dolje	0-30	Ap	4,9	4,7	35,6	36,3	18,5	PrI
		30-55	Btg	3,3	7,3	33,6	29,6	26,2	PrI
		55-110	Ctg	1,6	3,8	28,3	36,2	30,1	PrGI

*Tekstura tla (FAO,2006): PrI – Praškasta ilovača; PrGI – Praškasto glinasta ilovača

Dobiveni rezultati mehaničkog sastava istraživanih tala pokazuju da je tekstura svih horizonata praškasto ilovasta, a tekstura matičnih supstrata je praškasto glinasto ilovasta. Tekstura iluvijalnog pseudoglejnog horizonta (Btg) je u svim horizontima praškasto ilovasta blizu granice sa praškasto glinasto ilovastom. Distribucija mehaničkih frakcija kroz profil je jednaka i kod oranice i kod livade.

Količina krupnog (2,0-0,2 mm) i sitnog pijeska (0,2-0,063 mm) varira među horizontima. Najveća količina ukupnog pijeska (krupni pijesak i sitni pijesak) je u površinskim Ap horizontima oranice (7% na gornjem i 7,6% na donjem dijelu padine) i livade (7,8% na gornjem i 9,6% na donjem dijelu padine), te u Btg horizontima (7,2% oranica gore, 8,9% oranica dolje, 6,8% livada gore i 10,6% livada dolje). Količina pijeska se nakon toga smanjuje u matičnim Ctg i 2Cg horizontima. Krupnog i sitnog pijeska ima nešto više u horizontima livade nego u horizontima oranice. Obrađivano tlo je podložnije ispiranju čestica pijeska nego tlo koje se ne obrađuje. Unutar svakog korištenja, gledajući prema nagibu terena, više je pijeska na donjem dijelu padine nego na gornjem dijelu padine zbog utjecaja ispiranja pijeska po padini pod utjecajem erozije i njegovog akumuliranja na dnu padine.

Krupni (0,063-0,02 mm) i sitni prah (0,02-0,002 mm) dominantne su mehaničke frakcije u istraživanim profilima tla. U pravilu količina krupnog i sitnog praha pada sa dubinom pa je prosječna vrijednost ukupnog praha najveća u površinskim Ap horizontima (75%) i potpovršinskim eluvijalnim E i Eg horizontima oranice (75,15%), a količina ukupnog praha u iluvijalnim Btg horizontima iznosi prosječno 67,9%. Rastresiti matični supstrat Ctg ima prosječno 63,5% ukupnog praha, a starije gline na gornjim dijelovima padine oranice i livade imaju prosječno 56,05% ukupnog praha. Postotak ukupnog praha je gotovo jednak na oranici i na livadi, neznatno je veći na livadi, ali se odnos količine ukupnog praha gornjeg i donjeg dijela padine značajno razlikuje. Količina praha je veća na gornjim nego na donjim dijelovima padine oba načina korištenja.

Količina zadnje mehaničke frakcije, gline (<0,002mm), podjednaka je i jednako je distribuirana i kod oranice i kod livade. Generalno količina gline povećava se sa dubinom, najmanja je u površinskim Ap horizontima (prosječno 16,98%), malo veća u eluvijalnim horizontima oranice (prosječno 17,85%), raste u iluvijalnim pseudoglejim horizontima svih profila (prosječno 23,73%) i najviša je u matičnim supstratima, rastresitom Ctg prosječno 30,77% i starijim glinama, 2Cg prosječno 38,2% . Pojava starijih glina na gornjim dijelovima

padine oranice i livade unutar profila od 110 cm pokazuje da je zbog erozije vodom i ispiranja gornjih slojeva tla došlo do gubitka tla te podizanja razine gline u profilu tla.

Kizilkaya i Dengiz (2010) navode da je količina mehaničkih frakcija različita kod različitog načina korištenja, ali je distribucija čestica kroz profil jednaka kod svih načina korištenja što je dokazano i u ovom radu.

Utvrđena praškasto ilovasta tekstura horizonata i praškasto glinasto ilovasta tekstura matičnog supstrata je u skladu s istraživanjem Rubinića (2013), a i ostali autori većinom iznose da je zbijeni nepropusni Btg horizont također praškasto glinaste teksture. Husnjak (2014) iznosi kako eluvijalni pseudoglejni horizont ima teksturu praškastu do praškasto ilovastu, a iluvijalni pseudoglejni horizont je praškasto ilovasto glinasti. Vukadinović i Vukadinović (2011) navode da su površinski horizonti (A i Eg) prema teksturi praškaste ilovače sa više od 40% praha, a pseudoglejni horizont Bg je praškasto glinasta ilovača, a Ćurić (1984) navodi kako je količina gline u zbijenom Bg horizontu 2 do 3 (a nekad i više) puta veća od površinskih horizonata.

Prema FAO (2006) granica između praškasto ilovastog i praškasto glinasto ilovastog tla iznosi 27% gline, pa su mramorirani pseudoglejni horizonti svih istraživanih profila praškasto ilovaste teksture iako su na samoj granici.

Rezultati teksture ovog istraživanja najviše se poklapaju s rezultatima doktorske disertacije Rubinića (2013) također na pseudoglejnom tlu koji naglašava da je prosječni sadržaj pijeska najveći u površinskom horizontu i pada sa dubinom, kao i sadržaj ukupnog praha koji je bio najveći u prvim horizontima te se pravilno smanjivao od vrha prema dnu profila. Prosječni sadržaj gline je sa dubinom rastao pa je u prvim horizontima bio najmanji, a u zadnjem najveći. Napominje i da je u svim analiziranim horizontima ukupni prah bio dominantna frakcija što je u skladu s postankom tla na lesnom matičnom supstratu.

Iako bi kao dokaz lesivaže u tlu sadržaj gline iluvijalnom horizontu trebao biti veći od sadržaja gline u matičnom supstratu (prema Zaidel'man, 2007), Tonkongov (2008) navodi kako lesivaža često ne rezultira pojavom maksimalnog sadržaja gline u iluvijalnom horizontu, nego je matični supstrat i dalje horizont sa najviše gline kao što je dobiveno i u rezultatima ovog rada.

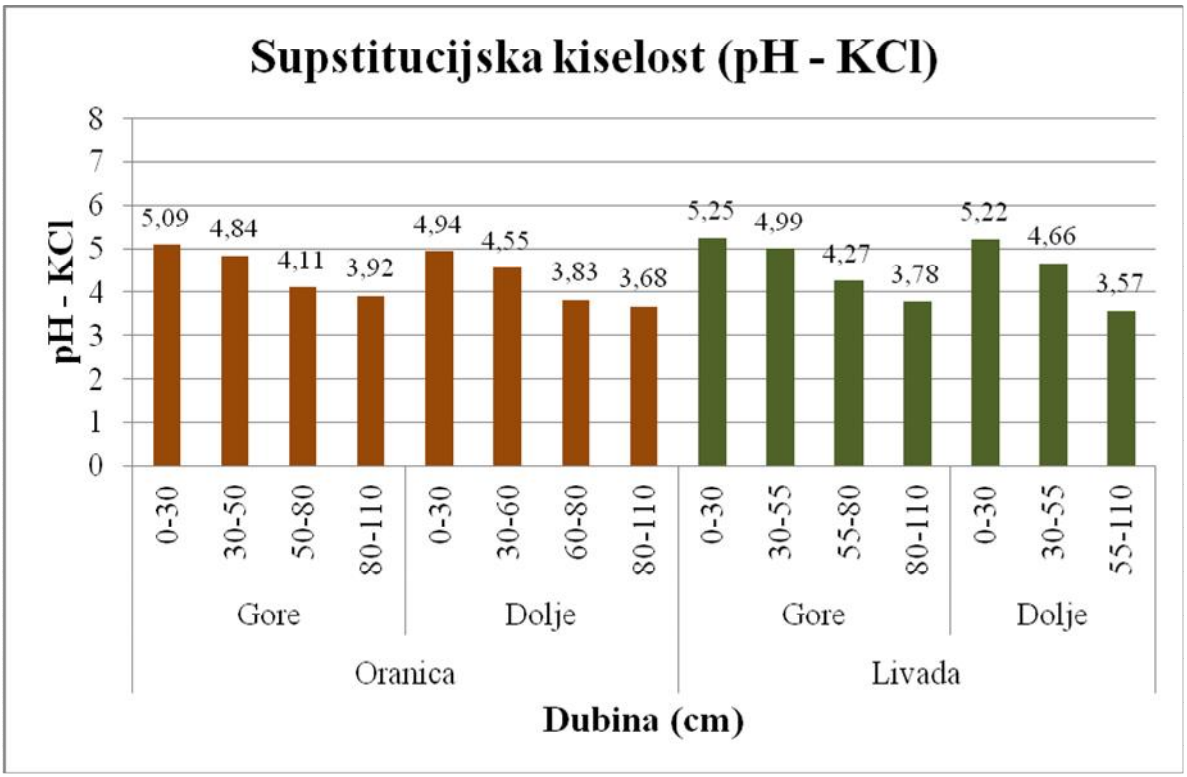
Prema IUSS Working Group WRB (2006) iluvijalni pseudoglejni glinasti potpovršinski horizont bi trebao imati barem 1,2 puta veći sadržaj gline od horizonta iznad njega. Dobiveni rezultati u svim istraživanim profilima su u skladu sa navedenim pravilom, a Btg horizont ima u prosjeku 1,38 puta veći sadržaj gline od horizonta iznad njega.

Prema nagibu padine vidljive su razlike u postotku mehaničkih čestica na gornjem i na donjem dijelu padine (gore ima više praha i gline, a dolje ima više pijeska) koje upućuju na djelovanje erozije vodom koja prema Ritteru (2012) može čak promijeniti i teksturu tla. Reljef utječe na ispiranje frakcija tla na površini ali i unutar profila tla (Škorić, 1991). Prema Awdenegest i Holden (2008) mehanički sastav uzorka se razlikuje po padini, na donjem dijelu padine također navode veće količine pijeska, a manje količine praha nego na gornjem dijelu padine, a Jankauskas i sur. (2008) tvrde da se na tlu koje je pod utjecajem erozije u obradivim horizontima povećava količina praha i gline.

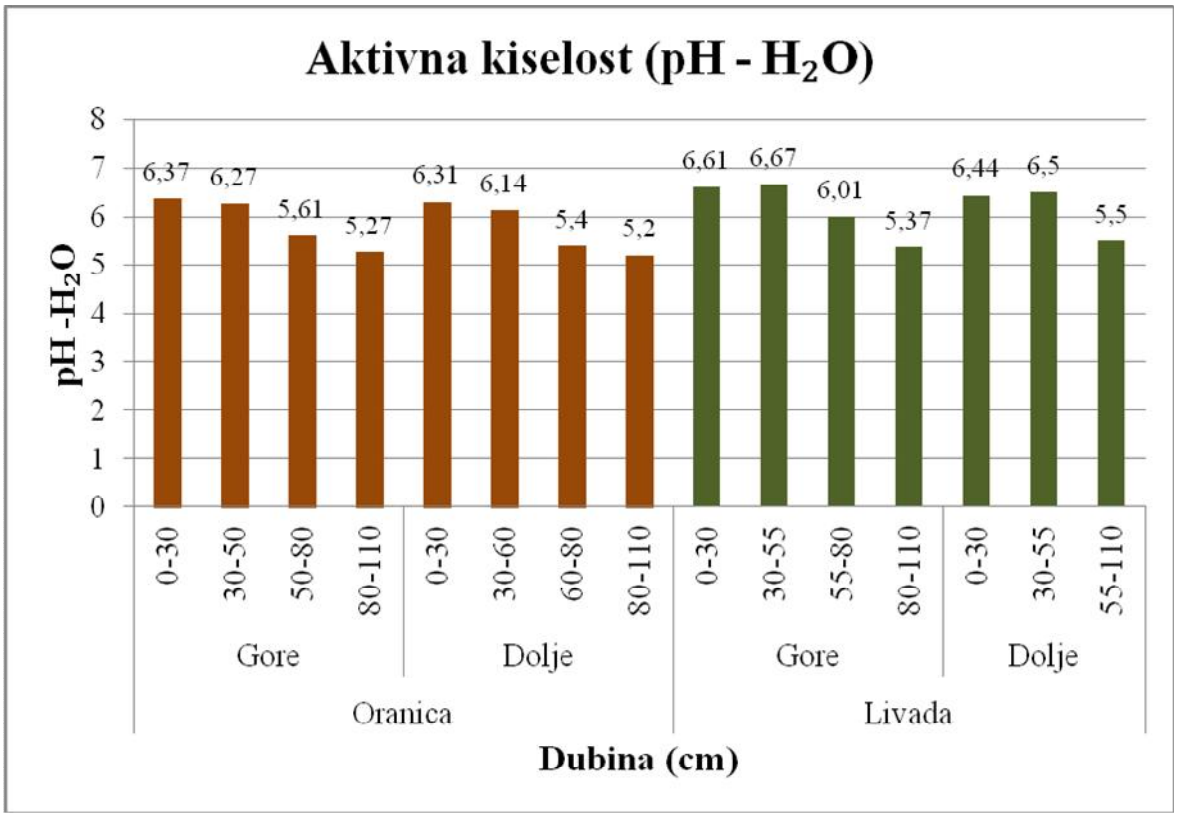
4.3. Reakcija tla

Reakcija tla, pH tla, predstavlja negativni logaritam koncentracije vodikovih iona u otopini tla, te opisuje kiselost ili alkalnost (bazičnost) tla. Reakcija tla utječe na pedogenetske procese u tlu, pristupačnost i mobilnost hranjiva, toksičnost elemenata, biološku aktivnost, strukturu tla i vodozračne odnose u tlu (Bensa i Miloš, 2011/I). Prema podrijetlu vodikovih iona razlikujemo aktivnu i potencijalnu kiselost. Pod aktivnom kiselosti podrazumijeva se suma kiselosti u vodi topivih kiselina i kiselih soli tla, a pod potencijalnom ili supstitucijskom kiselosti smatra se suma vodikovih iona sorbiranih na površini adsorpcijskog kompleksa kao i njegova sposobnost da slabe baze tog kompleksa zamjenjuje za katione neutralnih soli i soli jakih baza i slabih kiselina (Pavlović, 2010). Škorić (1991) navodi da se reakcija kod naših tala kreće uglavnom od pH 4 do pH 9, a najviše su zastupljena kisela tla i najmanje ima tala bazične i alkalne reakcije. Zakiseljavanje tla je vrlo štetno, po globalnim efektima degradacije tala odmah iza erozije, dovodi do niza problema kao što su pojava nepropusnih horizonata, pojava lakopokretljivih iona toksičnih za biljku, blokira se usvajanje fosfora, smanjena je razgradnja organske tvari, pada sorptivna moć tla, mikroelementi se ubrzano ispiru, a raspoloživost svih biogenih elemenata pada. Procesi koji doprinose povećanju kiselosti tla najčešće su: oborine, gnojidba, aktivnost biljnog korijenja, trošenje minerala, kisele kiše i mnogi drugi (Vukadinović, 2009).

Na grafu 1 prikazani su rezultati potencijalne ili supstitucijske kiselosti tla, koji su dobiveni otapanjem tla u kalijevom kloridu. Graf 2 .prikazuje rezultate aktivne kiselosti tla u otopini uzorka tla u destiliranoj vodi. Reakcija tla je određena u svim uzorcima, odnosno za svaki horizont na obje lokacije.



Graf 1. –Rezultati supstitucijske kiselosti tla



Graf 2. Rezultati aktivne kiselosti tla

Prema dobivenim rezultatima (grafovi 1 i 2.) možemo vidjeti da je reakcija tla u svim uzorcima kisela, u vodi i u kalijevom kloridu. Vrijednosti supstitucijske kiselosti kreću se od 5,09 do 3,68 na oranici i od 5,25 do 3,57 na livadi, a vrijednost aktivne kiselosti iznosi od 6,37 do 5,2 na oranici, te od 6,67 do 5,37 na livadi. Unutar profila tla oranice na gornjem i donjem dijelu padine može se primijetiti pad pH vrijednosti sa dubinom, površinski horizont ima najviši pH koji sa dubinom postepeno pada. Kod oranice je ta pojava strogo izražena zbog kalcifikacije gornjih slojeva tla. Materijali za kalcifikaciju ne ulaze duboko u tlo nego se zadržavaju u površinskim horizontima koji se obrađuju i na tom području podižu pH tla. Supstitucijska reakcija napuštenog poljoprivrednog zemljišta sa prirodnom vegetacijom također pada po horizontima, međutim dinamika pH-H_2O i pH-KCl nije ujednačena sa dubinom. Aktivna pH vrijednost potpovršinskog horizonta (pH-H_2O=6,67 gore i 6,5 dolje) neznatno je viša od pH vrijednosti površinskog horizonta (pH-H_2O=6,61 gore i 6,44 dolje).

Reakcija tla na oranici je generalno nešto niža od reakcije tla na napuštenom zemljištu na svim dijelovima padine za prosječnu vrijednost 0,17 jedinica što se objašnjava zakiseljavanjem tla i gnojidbom organskim i mineralnim gnojivima koja su većinom kisela i utječu na pH tla, dok se napušteno zemljište ne gnoji.

Ako rezultate promatramo prema nagibu terena, primjećuju se razlike u pH vrijednosti na gornjem i donjem dijelu padine svakog načina korištenja zasebno. Supstitucijska kiselost na gornjem dijelu oranice varira od 5,09 do 3,92, a na donjem od 4,94 do 3,68, a aktivna kiselost od 6,37 do 5,27 na gornjem dijelu oranice i od 6,31 do 5,2 na donjem dijelu. Na livadi se supstitucijska kiselost kreće od 5,25 do 3,78 na gornjem dijelu padine i od 5,22 do 3,57 na donjem dijelu, a varijacije aktivne kiselosti livade su: od 6,67 do 5,37 gornji dio padine i od 6,5 do 5,55 donji dio padine. Djelovanjem oborina dolazi do erozijskih procesa i ispiranja gornjih slojeva tla u donji dio padine. Najviše se ispiru ioni hranjiva i organska tvar koji mogu zakiseliti tlo. Zbog pojave erozije u donjem dijelu padine se akumuliraju navedene tvari i dolazi do smanjenja pH reakcije tla.

Prema Vukadinović i Vukadinović (2011) pH reakcija pseudogleja je generalno slabo do umjereno kisela (pH-H_2O=5-6), dok se prema Škoriću (1986) pH u vodi u gornjim horizontima kreće od 5-5,5 što objašnjava razvojem ovog tipa tla na kiselim sedimentima. Husnjak (2014) također navodi kako je pH reakcija pseudogleja kisela. Bogunović i sur

(2009) navode širi raspon pH vrijednosti pseudogleja, pH-KCl= 3,48 - 6,01 i pH-H_2O= 4,52 - 6,95, a Rubinić i sur. (2014) dobivaju rezultate kisele reakcije tla (pH-KCL) u tri pseudoglejna profila sa varijacijama od 3,04 do 5,08. Lončarić i sur. (2006) navode da je pseudoglej istočne Hrvatske vrlo kiselo tlo sa pH-KCl=3,61 dok su Bertić i sur. (2006) utvrdili više vrijednosti pH pseudogleja središnje Hrvatske 4,96. Svi ovi rezultati se poklapaju sa rasponom rezultata dobivenih u ovom istraživanju. Mnogi autori se slažu da se pH prirodnog pseudogleja povećava u slabo propusnom horizontu, a taj se porast nastavlja sa povećanjem dubine (Ćirić, 1984, Škorić, 1986, Resulović i sur., 2008), zbog veće količine gline ispiranjem baze se zadržavaju na adsorpcijskom kompleksu i povećavaju pH, što objašnjava višu pH vrijednost u potpovršinskom horizontu livade od one u površinskom horizontu. Istraživanje kemijskih svojstava prirodnog pseudogleja obronačnog (Kisić i sur., 2002/II) pokazuje da pH-KCl raste sa dubinom i varira od 4,21 do 4,81, što je suprotno od dobivenih rezultata u ovom istraživanju koji pokazuju vidljivi pad pH vrijednosti sa dubinom. Karalić (2010) objašnjava da se pH tla u gornjim slojevima tla podiže kalcifikacijom, Lončarić i sur. (2004) potvrđuju da se kalcifikacijom podiže pH lesiviranog tla 0-30 cm za oko 2 jedinice, a Kizilkaya i Dengiz (2010) kažu kako sva antropogena tla imaju viši pH od prirodnih tala zbog kalcifikacije. Provođenje kalcifikacije u gornjim slojevima tla koji se obrađuju (0-30 cm) pridonijelo je povećanju pH vrijednosti oraničnog sloja i horizonata ispod do kojih je materijal dospio, a horizonti koji nisu kalcificirani prema tome pokazuju nižu pH vrijednost, pa se zbog toga dobiva efekt postepenog smanjenja pH vrijednosti. Pojava nešto niže reakcije tla na oranici nego na napuštenom zemljištu objašnjava se korištenjem gnojiva na oranici koja zakiseljuju tlo, što potvrđuju u svojim istraživanjima i Karalić (2010), Butorac i sur. (2005) i Rastija i sur. (2009).

Rezultati prema nagibu terena pokazuju da je pH tla veći na gornjem dijelu padine nego na donjem, odnosno da je tlo na donjem dijelu padine kiselije. Kisić i sur. (2002/IV) iznose rezultate kemijskih svojstava erodiranog materijala pseudogleja obronačnog koji pokazuju da erodirani nanosi imaju višu pH vrijednost, kao i Mainam i sur. (2002) koji zaključuju da se pH vrijednost povećava kretanjem niz padinu što pripisuju varijacijama u dubini C horizonta. Svojstva matičnog supstrata prikazuje i Rubinić (2013) koji određuje pH pleistocenskih ilovina na obronku i dobiva pH-KCl = 3,58 i 3,78. Ispiranjem gornjih slojeva tla matični supstrat se nalazi pliće u profilu tla i utječe na zakiseljavanje, a nakupljanjem erodiranog tla na donjim dijelovima padine matični supstrat je puno dublje pa je pH reakcija viša. Unatoč tome rezultati ovog istraživanja ne pokazuju veću pH vrijednost na donjem dijelu padine,

nego baš suprotno, pH vrijednost je na donjem dijelu nešto kiselija nego na gornjem. Prema Husnjak (2014) blago nagnuti tereni, nagiba 3,5-8,8% kakvi se nalaze na istraživanom području imaju vrlo blago ispiranje hranjiva i organske tvari, kao i čestica gline, a Rubinić (2013) navodi da je utjecaj reljefa na pH vrijednost tla neznačajan, pa je možda i to razlog podjednakoj pH vrijednosti na gornjem i na donjem dijelu padine.

4.4. Humus

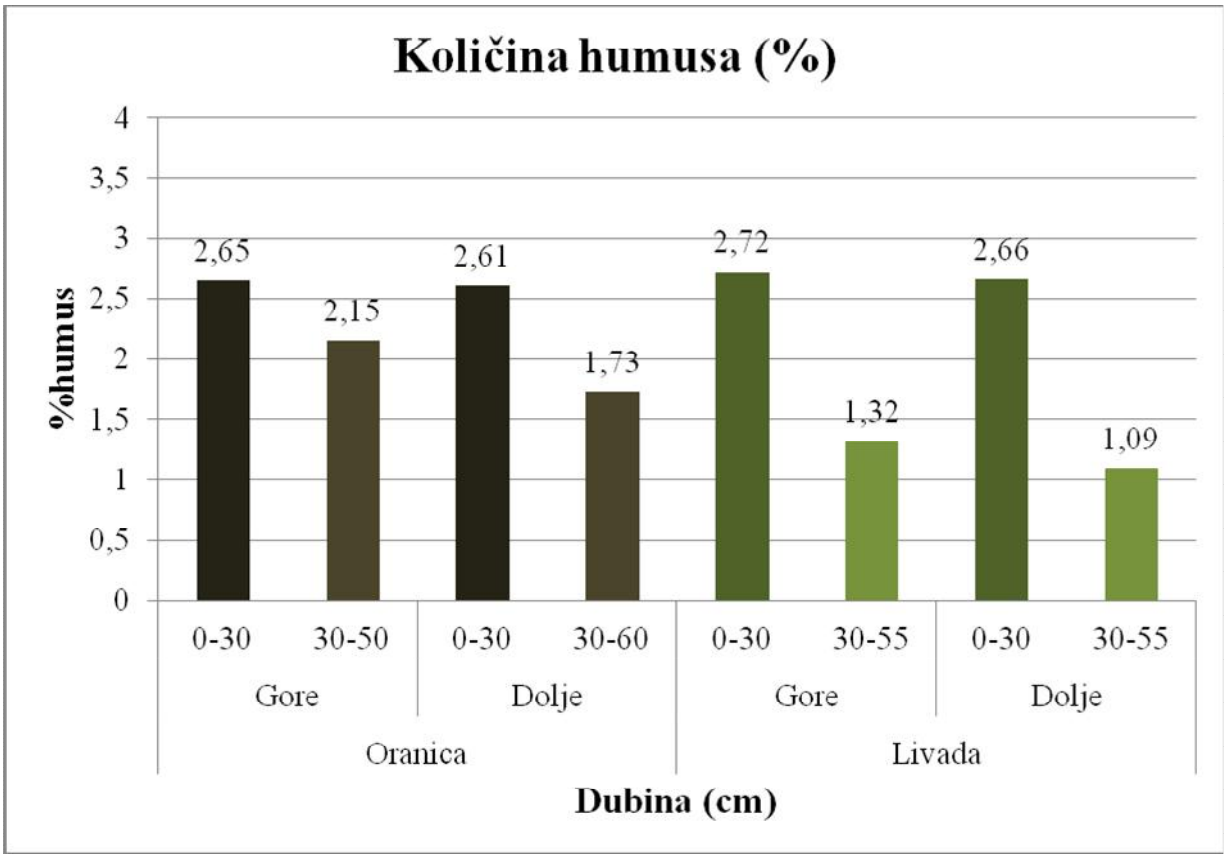
Humus je kompleksna, stabilna, amorfna, smeđa do crna smjesa, koloidnih supstanci stvorenih transformacijom biljnog ili životinjskog tkiva sintetiziranog zemljišnim organizmima. Primarno sadrži ugljik, pa dušik i manje količine drugih elemenata. (Bensa i Miloš, 2011/II). Humus je visokomolekularni kompleksni produkt nastao reakcijama polimerizacije i kondenzacije iz mrtve organske tvari, uz sudjelovanje mikroorganizama. Dakle on je produkt ne samo razgradnje, nego i sinteze međuprodukata koji nastaju prilikom razgradnje organske tvari. Humus utječe na fizikalne i kemijske značajke tla, na mikrobiološku aktivnost, a predstavlja i izvor hranjiva za biljke (Škorić, 1985).

4.4.1. Količina humusa

Značaj humusa u tlu se može promatrati iz fizikalnog, kemijskog i biološkog aspekta. U fizikalnom pogledu humus poboljšava vodozračni režim i termička svojstva tla, utječe na usitnjavanje strukturnih agregata i stvaranje mrvičaste strukture koja poboljšava aeraciju, drenažu, tla su manje podložna eroziji i lakše se obrađuju. Veliki broj važnih kemijskih svojstava vezan je uz prisutnost humusa, a najznačajnija su: izrazita moć sorpcije iona i sposobnost različitih reakcija s mineralnom frakcijom tla, povećava kapacitet tla za sorpciju iona, poboljšava puferna svojstva tla, važan je u stvaranju kompleksnih spojeva koje biljke lako mogu usvajati i važan je u opskrbi biljke fosforom, kalcijem, željezom i drugim bioelementima (Vukadinović i Vukadinović, 2011).

Graf 3. prikazuje količine humusa samo u površinskim i potpovršinskim horizontima na obje lokacije na gornjem i donjem dijelu padine. U dubljim horizontima nije određen sadržaj humusa..Unos organske tvari u obliku biljnih ostataka i organskih gnojiva odnosi se prvenstveno na površinski horizont tla, koji je područje djelovanja korijena, makroorganizama

i mikroorganizama i gdje su povoljni vodozračni odnosi za proces humifikacije kojim nastaje nastaje humus.



Graf 3. – Količina humusa u površinskim i potpovršinskim horizontima

Prema količini humusa svi površinski i podpovršinski horizonti tla su slabo humozni (1-3% humusa).Viši sadržaji humusa karakteristični su za gornje slojeve tla (2,61-2,65% na oranici i 2,66-2,72% na livadi), dok sa dubinom padaju, što su dokazali i brojni drugi autori. Prema Vukadinović i Vukadinović (2011) sadržaj humusa u pseudoglejnom tlu kreće se od 1 do 3 % i drastično pada sa dubinom. Kisić i sur. (2002) iznose da je sadržaj humusa pseudogleja obronačnog središnje Hrvatske vrlo nizak, pada sa dubinom i iznosi od 1,25 do 0,4%. Lončarić. i sur. (2006) navode da pseudoglej u istočnoj Hrvatskoj sadrži 1,56% humusa, dok Bertić i sur. (2006) iznose rezultate od 2,1% humusa u pseudogleju središnje Hrvatske. Husnjak (2014) ističe kako veće količine humusa (3-5%) sadrže samo tanki površinski slojevi pseudogleja pod prirodnom vegetacijom. Rubinić (2013) je utvrdio prosječni sadržaj humusa u vrlo tankom površinskom horizontu prirodnog pseudoglejnog šumskog tla 12,2%, u drugom horizontu drastično pada na 1,8%, a treći i četvrti sadrže redom 0,8 i 0,6% humusa. Brojni autori su dokazali da količina humusa sa promjenom načina korištenja tla iz prirodnog

šumskog tla u poljoprivredno značajno pada jer tlo više nema prirodne ostatke organske tvari koji se mogu humificirati, smanjuje se prirodna produktivnost takvoga tla, a i mineralizacija je ubrzana uslijed obrade tla (Lichon, 1993; Chen i sur., 2001; Jiang i sur., 2006; Kizilkaya i Dengiz, 2010; Haghighi i sur., 2010). Celik (2005) čak navodi da se količina organske tvari antropogeniziranog tla smanjuje u prosjeku za 49%. Iako je količina humusa veća na livadi, vrlo je mala razlika između količine humusa livade i oranice,a postiže se primjenom različitih vrsta organskih gnojiva na oraniciu, koja se humificiraju i mineraliziraju i podižu količinu humusa i mineralnih hranjiva u tlu (Karalić, 2010).

Usprkos iznošenju organske tvari prinosom i ubrzanoj mineralizaciji uslijed obrade tla na oranici, utvrđene su minimalne razlike u količini humusa površinskog horizonta između oranice i livade. One su rezultat intenzivne gnojidbe organskim gnojivima, uobičajene za povrtlarsku proizvodnju. Veće razlike se primjećuju u potpovršinskom horizontu u kojem oranica ima veći sadržaj humusa nego livada. Potpovršinski slojevi oranice imaju 2,15 i 1,73% humusa, a potpovršinski slojevi livade 1,32 i 1,09 % humusa. Zbog unošenja organskih gnojiva i u dublje horizonte obradom tla dolazi do pojave veće količine humusa na oranici.

Vidljiva je i razlika u količini humusa pod utjecajem nagiba terena. Veća je količina humusa na gornjem dijelu padine kod svih uzoraka, ali razlike su minimalne. Iako su razlike minimalne, rezultati ovog istraživanja u suprotnosti su s literaturnim navodima. Ritter (2012) navodi da erozijom gornjih slojeva tla dolazi i do premještanja organske tvari sa gornjih na donje dijelove padine gdje se može akumulirati, pa je stoga količina humusa veća na donjem nego na gornjem dijelu padine. Erodirane nakupine pseudogleja obronačnog na donjem dijelu padine bogatije su organskom tvari od tla na vrhu nagiba (Kisić i sur., 2002). Zbog uzgoja povrtnih kultura koje se koriste u ishrani ljudi na gornjem dijelu oranice, taj je dio i dodatno gnojen organskim gnojivima kao što je stajski gnoj i zreli pileći gnoj, a na donjem dijelu oranice se nalaze kulture za ishranu stoke pa je korištena manja količina gnojiva. Iz tog razloga rezultati pokazuju veću količinu humusa na gornjem dijelu oranice nego na donjem. Rieke i Nearing (2005) u svom istraživanju utjecaja oblika padine na eroziju ističu da konveksne padine akumuliraju više sedimenta na dnu nego konkavne koje vrlo malo materijala akumuliraju na dnu padine i da topografija utječe na neravnomjerno nakupljanje materijala, pa se i taj podatak može uzeti u obzir jer je istraživana lokacija konkavnog oblika padine. Husnjak (2014) također ističe kako je na blago nagnutom terenu i blago ispiranje organske tvari.

4.4.2. Karakter humusa

Humusne tvari u tlu se mogu podijeliti na nespecifične i specifične. Specifične humusne tvari predstavljaju pravi humus, visokomolekularne spojeve tamne boje nastale humifikacijom. Humus se sastoji od tri osnovne grupe spojeva: huminske kiseline, fulvokiseline i humin. Huminske kiseline bogate su dušikom, hidrofobnih značajki, otporne su na razgradnju i najkvalitetnija su frakcija humusa. Čimbenik su stabilne strukture, upijaju velike količine vode i imaju visok kapacitet adsorpcije. Fulvokiseline su hidrofilne, njihove soli su topive u vodi, tvore komplekse sa metalima i izrazito su kisele pa su čimbenik destrukcije tla.

Osim količine humusa u tlu vrlo je važna i njegova kvaliteta. Humus po kvaliteti može biti kiseli ili sirovi, što znači da sadržava velike količine fulvokiselina i humifikacija je pod utjecajem gljiva, ili blag odnosno zreli, ako sadržava huminske kiseline i njihove soli, humate, a humifikacijom dominiraju bakterije. Prijelazni humus kombinacija je sirovog i zrelog humusa (Špoljar, 2007).

Ako u tlu ima puno fulvokiselina one peptiziraju s OH- ionima iz amonijevog hidroksida jer su negativnog naboja, pri čemu se otopina oboji u smeđe. Malo slobodnih fulvokiselina obojit će otopinu u žuto, a ako je sav humus u obliku soli huminskih kiselina – humata nema reakcije i otopina je bezbojna (Škorić, 1985).

U tabeli 2. su prikazani dobiveni rezultati karaktera humusa u površinskim i potpovršinskim horizontima istraživanih lokacija prema boji filtrata otopine tla u amonijevom hidroksdu.

Tabela 2. – Karakter humusa u površinskim i potpovršinskim slojevima



Način korištenja	Položaj na padini	Dubina	Karakter humusa
Oranica	Gore	0-30 cm	Blago kiseli humus
		30-50 cm	Blago kiseli humus
	Dolje	0-30 cm	Blago kiseli humus
		30-60 cm	Blago kiseli humus
Livada	Gore	0-30 cm	Blago kiseli humus
		30-55 cm	Blagi humus
	Dolje	0-30 cm	Blago kiseli humus
		30-55 cm	Blagi humus

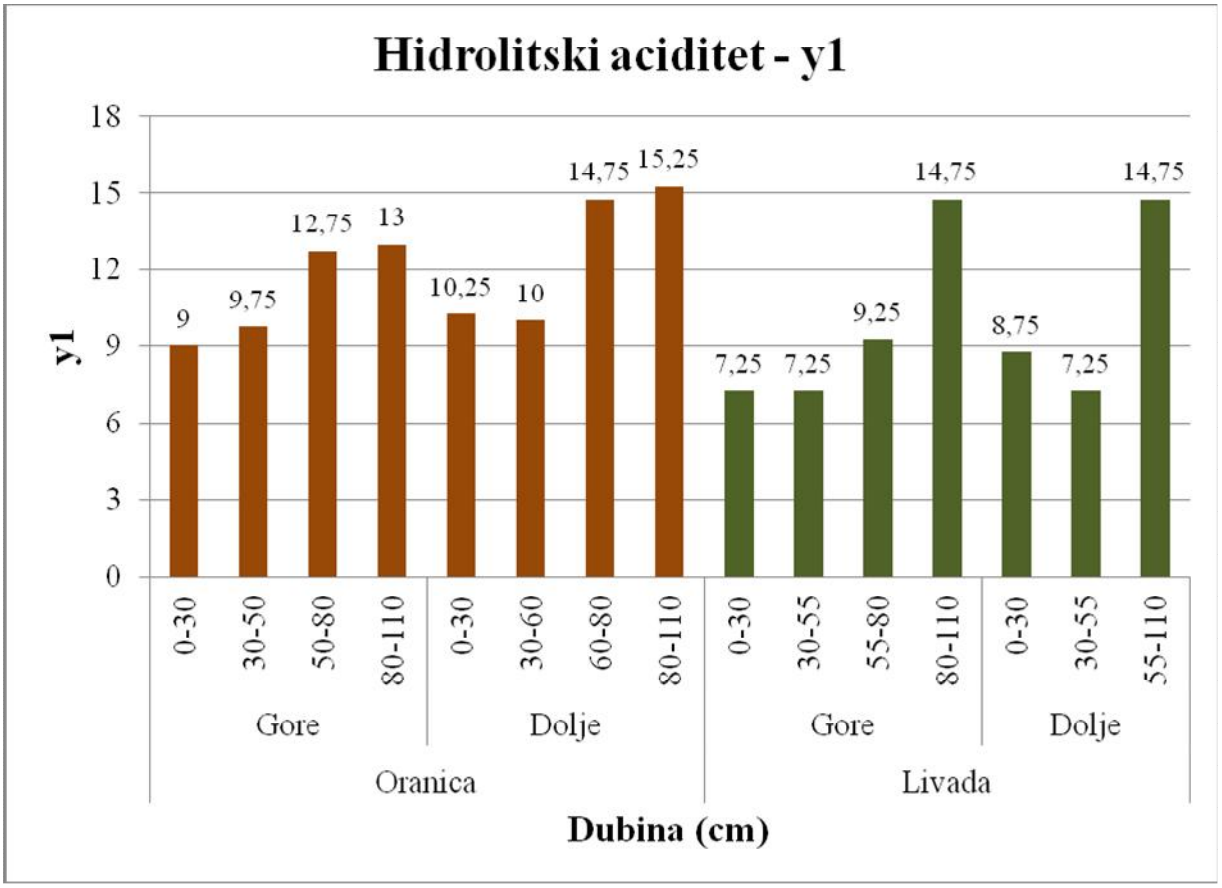
Rezultati pokazuju da je karakter humusa u svim uzorcima oranice blago kiseli, dok na napuštenom zemljištu površinski horizonti imaju blago kiseli humus, a potpovršinski blagi humus.

Prema literaturi, karakter humusa pseudogleja je u pravilu kiseo zbog povećanog sadržaja fulvokiselina (Ćirić, 1984; Škorić, 1986; Vukadinović i Vukadinović,2011). Gospodarenje humusom na tlima kao što je pseudoglej, koji najčešće ima kiseli humus, zahtjeva osim pojačanog unosa svježe organske tvari i odgovarajuću obradu tla, rahljenje, produbljivanje obradivog horizonta za povoljnije vodozračne odnose, kalcifikaciju i održavanje povoljne reakcije tla obogaćivanjem bazama (Škorić, 1991). Bolju kvalitetu karaktera humusa pokazuju potpovršinski horizonti napuštenog zemljišta (livade) gdje je humus blagi. Rubinić (2013) u svojim rezultatima ističe kako se karakter humusa prirodnog pseudoglejnog tla mijenja sa dubinom profila, sadrži sve manje fulvokiselina i sve više humusnih kiselina. Pa tako površinski horizonti imaju kiseli humus, koji kroz horizonte prelazi u blago kiseli i na kraju u blagi humus. Naravno treba uzeti u obzir da je u površinskom sloju organska tvar sirova i u najintenzivnijem procesu razgradnje, dok se u potpovršinskim horizontima akumulira pravi trajni humus.

4.5. Hidrolitski aciditet, y1

Hidrolitski aciditet je ukupni potencijalni aciditet tla, koji osim slabije vezanih vodikovih iona, uključuje i čvršće vezane vodikove ione koji se ne mogu otpustiti s adsorpcijskog kompleksa pomoću otopine neutralnih soli. Određuje se pomoću natrijevog acetata, CH_3COONa, soli koja otopljena u vodi u potpunosti disocira. OH^- ioni vrše snažnu desorpciju H^+ iona sa adsorpcijskog kompleksa tla, a stvorena octena kiselina slabo disocira. Takvim postupkom se dobiva maksimalna ekstrakcija vodika sa adsorpcijskog kompleksa. (Bensa i Miloš,2011/I). Pomoću vrijednosti hidrolitskog aciditeta se određuje doza vapna ukoliko je potrebna kalcifikacija tla. Na taj se način može osposobiti tlo za intenzivno uzgajanje biljaka osjetljivih na kiselu reakciju.

Rezultati hidrolitskog aciditeta za svih 15 uzoraka prikazani su na grafu 4.



Graf 4. – Rezultati hidrolitskog aciditeta

Hidrolitski aciditet je jedan od najvažnijih podataka kemijske analize tla jer se preko rezultata y1 određuje potreba za kalcifikacijom kiselog tla. Dobiveni rezultati pokazuju da hidrolitski aciditet tla na oranici i na livadi raste sa dubinom. Na gornjem dijelu oranice y1 varira od 9 do 13 mmolekv. H^+ / 100g tla, a na donjem od 10 do 15,25 mmolekv. H^+ / 100g tla. Vrijednosti na gornjem dijelu livade kreću se od 7,25 do 14,75 mmolekv. H^+ / 100g tla i na donjem dijelu od 7,25 do 14,75 mmolekv. H^+ / 100g tla.

Prema interpretacijskoj skali svi uzorci na obje lokacije spadaju u istu kategoriju od 8 do 16 mmolekv. H^+ / 100g tla i potrebne su im niske doze materijala za kalcifikaciju. Vrijednosti hidrolitskog aciditeta su obrnuto proporcionalne pH reakciji tla, pa s obzirom da pH vrijednost pada sa dubinom potreba za kalcifikacijom s dubinom raste. Manje vrijednosti hidrolitskog aciditeta u površinskim horizontima oranice razlog su prethodno obavljane kalcifikacije do dubine obrade tla te ispiranjem materijala za kalcifikaciju u dublje slojeve. Bez kalcifikacije poljoprivredno tlo se gotovo i ne može koristiti zbog konstantnog zakiseljavanja tla organskim i mineralnim gnojivima i općenito antropogenog utjecaja. Livada pokazuje niže vrijednosti y1 od oranice, prvenstveno zato jer livada ima i viši pH od oranice.

Razlika između gornjeg i donjeg dijela padine oba načina korištenja je minimalna. Više vrijednosti hidrolitskog aciditeta su utvrđene na donjem dijelu padine jer je i pH vrijednost tla na donjem dijelu padine niža.

Rezultati vrijednosti y1 i zaključak da su potrebne niske doze materijala za kalcifikaciju, slažu se sa rezultatima istraživanja kemijskih svojstava pseudogleja Kisića i sur. (2002/II) koji su dobili rezultate y1 od 7,0 do 12,8 mmolekv. H^+ / 100g tla. Amfiglejno tlo Karlovačke županije također pokazuje potrebu za niskim dozama materijala za kalcifikaciju (Kisić i sur., 2002/I), a lesivirano tlo u području srednje Podravine ima hidrolitski aciditet u rasponu od 5,7 do 20,9 mmolekv. H^+ / 100g tla, prema tome se potreba za kalcifikacijom kreće od niskih doza do umjerenih doza materijala za kalcifikaciju iz razloga što navedeno tlo nije prethodno kalcificirano (Mesić, 2001).

U Hrvatskoj je općenito velika prostorna zastupljenost kiselih tala (lesivirano tlo, pseudoglej i mnoga druga). Pretpostavlja se da u najrazvijenijem poljoprivrednom dijelu Hrvatske, Panonskoj regiji na kome se proizvodi više od 70% poljoprivrednih sirovina ima preko 70% tala sa povećanom kiselosti na kojima je u nekom obliku potrebno provesti kalcifikaciju (Bogunović i sur., 1998). Kalcifikacijom dolazi do signifikantnih razlika u kemijskim značajkama tla. Početne dobivene vrijednosti kemijske analize većinom su nepovoljne za uzgoj većine oraničnih kultura, a rezultati nakon kalcifikacije pokazuju vrijednosti pogodnog tla za uzgoj poljoprivrednih kultura

4.6. Kapacitet i stanje zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla

Od svih vrsta sorpcija najvažnija je fizikalno - kemijska sorpcija koja se odnosi na koloide tla koji imaju sposobnost da na svojoj površini vežu ione u takvom stanju da se mogu izmjenjivati s ionima iz otopine tla u ekvivalentnim količinama - adsorpcija. Skup organskih i mineralnih koloida tla koji mogu na svojoj površini adsorbirati (vezati) katione, zove se adsorpcijski kompleks tla. Vezani kationi se mogu u jednostavnim kemijskim reakcijama zamjenjivati sa drugim kationima iz otopine tla ili sa kationima vezanim na korijen biljke. Na taj način adsorpcijski kompleks tla sprječava ispiranje tih kationa i time utječe na plodnost tla. Osim toga o vrsti kationa koji prevladavaju na adsorpcijskom kompleksu tla ovisi i čitav niz fizikalno - kemijskih značajki tla (Šimunić i sur., 2007). Snaga vezanja kationa za adsorpcijski kompleks ovisi o: njihovoj valenciji, koncentraciji iona u otopini tla i afinitetu koloida za pojedine ione. Kationi veće valencije imaju veću energiju vezanja na adsorpcijski

kompleks uz izuzetak H^+ iona. Kod kationa iste valencije veću adsorpciju ima kation veće atomske težine. Povećanjem koncentracije određenog iona u otopini tla povećava se njegova adsorpcija, što je bitno kod kalcifikacije tla (Bensa i Miloš, 2011/I).

Radi boljeg uvida u stanje adsorpcijskog kompleksa u tlu u laboratoriju određujemo:

- S – suma za zamjenu sposobnih baza (mmol / 100g tla)
- (T-S) – nezasićenost adsorpcijskog kompleksa tla (mmol / 100g tla)
- T – maksimalni adsorpcijski kapacitet tla za baze (mmol / 100g tla)
- V – stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama (%)

Stanje zasićenosti adsorpcijskog kompleksa služi nam kao indikator koliko je tlo sposobno primiti kationa i koliko još bi moglo primiti, odnosno koliki je kapacitet adsorpcije tla.

Rezultati u tabeli 3. pokazuju kapacitet i stanje zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama. Krajnji rezultat prikazan je u obliku stupnja zasićenosti koji je izražen u postotcima.

Tabela 3. – Kapacitet i stanje zasićenosti adsorpcijskog kompleksa

Način korištenja	Položaj	Dubina	S	(T-S)	T	V
Oranica	Gore	0-30	15,1	56,7125	71,8125	21,03
		30-50	14	58,5	72,5	19,31
		50-80	14,6	57,53	72,13	20,24
		80-110	17,1	53,4625	70,5625	24,23
	Dolje	0-30	14,7	57,3625	72,0625	20,4
		30-60	12,6	60,775	73,375	17,17
		60-80	13,5	59,31	72,81	18,54
		80-110	15,2	56,55	71,75	21,18
Livada	Gore	0-30	18,3	51,5125	69,8125	26,21
		30-55	14,6	57,525	72,125	20,24
		55-80	16,2	54,925	71,125	22,78
		80-110	16,6	54,275	70,875	23,42
	Dolje	0-30	16,1	55,0875	71,1875	22,62
		30-55	19,1	50,2125	69,3125	27,56
		55-110	21,9	45,6625	67,5625	32,41

Dobiveni rezultati stupnja zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama (V) svih uzoraka tla kreću se od 13,48% do 32,41%, što prema interpretacijskoj skali znači da je stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa nizak u svim uzorcima. Na gornjem dijelu oranice V

varira od 19,31 do 24,23%, a na donjem dijelu kreće se od 17,17% do 21,18%. Na oba dijela padine površinski horizonti imaju vrijednost V oko 20%, nešto manju vrijednost imaju potpovršinski horizonti, a treći horizont ima najmanju vrijednost na donjem dijelu padine (17,17%) dok je na gornjem približno kao i prva dva (20,24%). Rastresiti matični supstrat ima najvišu vrijednost V (24,23% gornji i 21,18% donji dio padine). Situacija na livadi se dosta razlikuje od oranice. Na donjem dijelu padine V raste s dubinom, od 22,62% u površinskom do 32,41% u najdubljem horizontu. Na gornjem dijelu padine u površinskom horizontu je utvrđeno 26,21%, dok su u dubljim horizontima vrijednosti V u rasponu 20,24 – 23,42%. Rast stupnja zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla je povezan sa količinom gline koja čini veliki dio adsorpcijskog kompleksa tla i ima visoku moć sorpcije, a količina gline raste sa dubinom. Livada generalno ima veći stupanj zasićenosti AK-a od oranice, što se prvenstveno može povezati sa višom pH reakcijom u tlu livade.

Oranica ima nešto veće vrijednosti na gornjem dijelu padine nego na donjem, ali radi se o neznatnoj razlici koja je prouzročena nešto višom pH vrijednosti na gornjem dijelu padine. Stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa livade je najviši u najdubljim horizontima, na gornjem dijelu padine iznosi 23,42% , a na donjem dijelu padine je puno veći i iznosi 32,41% što je ujedno i najviša vrijednost V svih uzoraka. Generalno je V u uzorcima donjeg dijela padine viši nego u uzorcima gornjeg dijela padine. Ispiranjem iona sa gornjih dijelova padine dolazi do nakupljanja iona u donjim dijelovima koji se tada vežu na humus u površinskim horizontima i na glinu u dubljim horizontima.

Prema Špoljaru (2007) u adsorpcijski kompleks tla ubrajaju se primarni minerali, sekundarni minerali gline, amorfne mineralne tvari, humus i organsko mineralni kompleks tla, te o sadržaju ovih jedinica ovisi i stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa. Najviši kapacitet adsorpcije imaju sekundarni minerali gline i humus. Nizak stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama u pseudoglejnom tlu je u skladu s istraživanjima Vukadinović i Vukadinović (2011) koji pišu da V pseudogleja ne prelazi 50%, Škorića (1991) koji navodi raspon 20 do 50%, te Bakšića (2002) koji zaključuje da većina kiselih tala na nekarbonatnom matičnom supstratu ima osrednju do nisku zasićenost adsorpcijskog kompleksa tla bazama. Bakšić (2002) dodatno objašnjava da nekarbonatni matični supstrat daje bazama siromašan detritus, a uz navedeno, kiselo tlo i uvjeti humidne klime uvjetuju ispiranje baza iz tla. Procesi degradacije tla idu u smjeru acidifikacije, ispiranja baza, odnosno hranjiva i destrukcije minerala gline što objašnjava nizak stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa. Razlika u rezultatima između oranice i livade izražena je zbog razlike između pH vrijednosti te dvije

lokacije. Prema Ćiriću (1984) pH tla i zasićenost adsorpcijskog kompleksa tla bazama su svojstva koja su u međusobnoj pozitivnoj korelaciji jer acidifikacijom dolazi do nakupljanja H^+ iona u otopini tla koji se vežu na adsorpcijski kompleks i istiskuju druge ione koji se u otopini nalaze u manjoj koncentraciji. Varijacije unutar samog profila uvjetovane su drugim čimbenicima kao što su sadržaj gline i humusa koji čine najvažniji dio adsorpcijskog kompleksa. Bakšić (2002) naglašava značajnu pozitivnu korelaciju zasićenosti adsorpcijskog kompleksa sa sadržajem glinene teksturne frakcije. S obzirom da se sadržaj gline pseudoglejnog tla povećava u donjim horizontima i zasićenost adsorpcijskog kompleksa raste (Ćirić, 1984; Škorić, 1986; Resulović i sur., 2008) opravdani su rezultati najviše zasićenosti u zadnjem horizontu. Površinski horizont ima nešto veći V od potpovršinskog jer površinski horizont sadrži najveće količine humusa koji ima najveći kapacitet adsorpcije (do 300 mmolekv. H^+ prema Špoljar, 2007) i podiže zasićenost adsorpcijskog kompleksa jer je ispiranje bazičnih kationa otežano.

Razlike u dobivenim rezultatima uvjetovane položajem na padini također su povezane sa razlikom u pH vrijednosti tla na gornjem i na donjem dijelu padine (u skladu sa Ćirić, 1984).

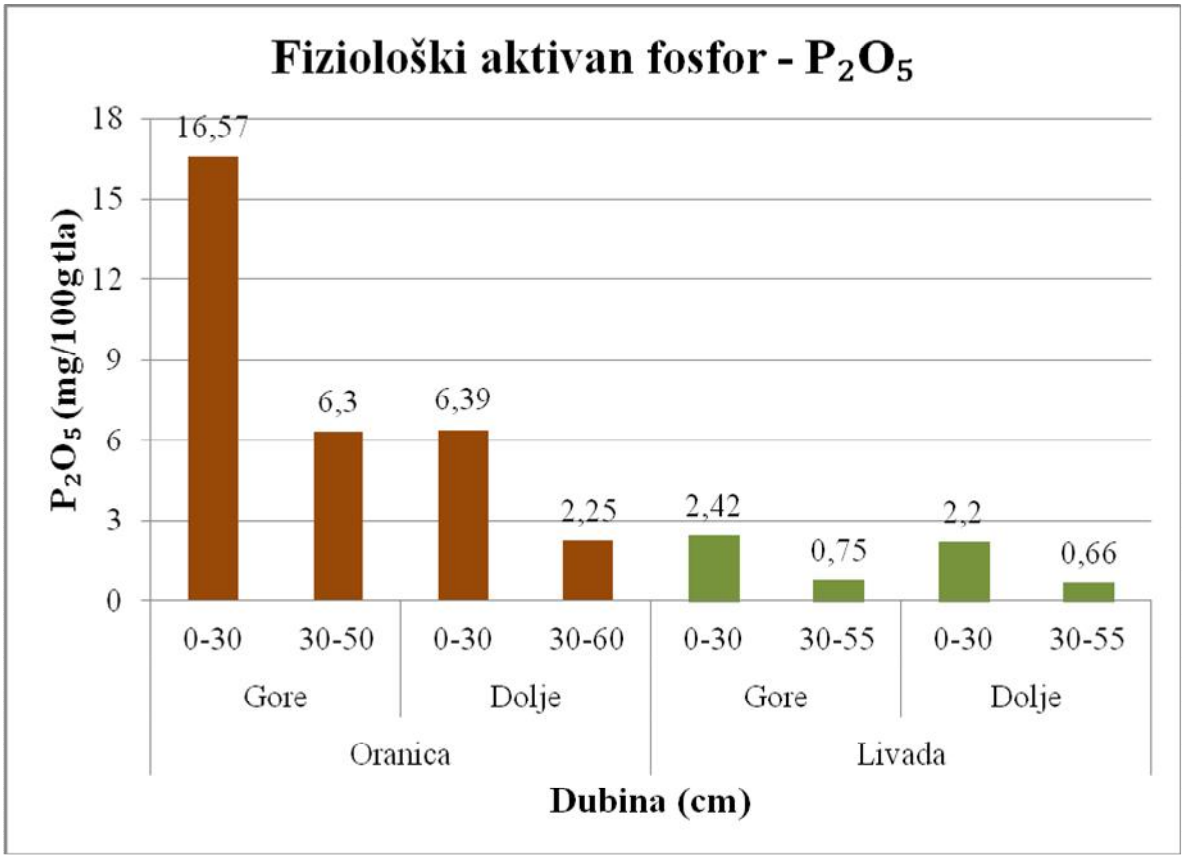
4.7. Opskrbljenost fiziološki aktivnim hranjivima

Fosfor i kalij predstavljaju dva esencijalna hranjiva za uzgajanu biljku i njihovim određivanjem saznaje se mnogo o samoj plodnosti tla i o potrebi za gnojidbom..

Fosfor u tlu potječe iz procesa razgradnje matičnih stijena, najviše apatita. Njegov sadržaj u tlu vrlo je promjenjiv (0,02-0,15%) jer ulazi u sastav velikog broja različito topljivih minerala, ali se nalazi i vezan u organskoj tvari tla. Većina poljoprivrednih tala sadrži između 40 i 80% anorganski vezanoga i 20-60% organski vezanoga fosfora. Kalij u tlu potječe iz primarnih minerala. Njihovim raspadanjem oslobađa se kalij koji se najvećim dijelom odmah veže na adsorpcijski kompleks tla te mu je pokretljivost i opasnost od ispiranja iz tla mala, stoga je njegova raspoloživost usko povezana sa procesima sorpcije i desorpcije na adsorpcijskom kompleksu tla (Pavlović, 2010).

Biljke usvajaju fosfor isključivo u ionskom obliku i to kao $H_2PO_4^-$ i HPO_4^{2-}, a ugrađuju ga u organsku tvar bez redukcije jer se na fosforu temelji metabolizam energije svih živih bića. Biljka usvaja kalij u ionskom obliku, K^+. Kalij u biljci sudjeluje u aktivaciji enzima i regulaciji permeabilnosti živih membrana, a biljke često zahtijevaju kalij u velikim količinama kao što zahtijevaju i dušik (Vukadinović i Vukadinović, 2011).

Graf 5 prikazuje količine fiziološki aktivnog fosfora u uzorcima tla u mg P_2O_5/100g tla u površinskim i potpovršinskim horizontima svakog istraživanog profila.



Graf 5. – Količina fiziološki aktivnog fosfora u površinskim i potpovršinskim slojevima istraživanih profila tla

Rezultati analize fiziološki aktivnog fosfora u tlu ukazuju na velike razlike u opskrbljenosti oranice i livade navedenim elementom. Najveću količinu fosfora ima površinski sloj gornjeg dijela oranice, 16,57 mg P_2O_5/100 g tla, dok potpovršinski sloj ima znatno manju količinu od 6,30 mg P_2O_5/100 g tla. Na donjem dijelu oranice površinski sloj ponovno ima veću količinu fosfora (6,39 mg P_2O_5/100 g tla) od potpovršinskog sloja (2,25 mg P_2O_5/100 g tla). Svi se uzorci, osim površinskog horizonta gornjeg dijela oranice, mogu svrstati u treću klasu opskrbljenosti fiziološki aktivnom hranjivima koja predstavlja slabu opskrbljenost tla fosforom. Površinski sloj oranice na gornjem dijelu padine je srednje opskrbljen fosforom. Ovako velika razlika između gornjeg i donjeg dijela oranice može se objasniti neravnomjernom gnojidbom oranice. Naime godinama se zbog straha od ispiranja hranjiva i zbog većeg sadržaja gline u plićem dijelu tla, koji naizgled tlu daje nepovoljna svojstva, na gornjem dijelu oranice napamet gnojilo sa skoro duplo većom količinom gnojiva u jesenskoj gnojidbi NPK gnojivima i u prihrani kao i organskim gnojivima. A i na gornjem dijelu

oranice najčešće se sade povrtne kulture za kućnu upotrebu koje se dodatno njeguju i prihranjuju, dok se na donjem dijelu oranice sade kulture za ishranu domaćih životinja. Veća količina P_2O_5 u površinskom sloju nego u potpovršinskom sloju rezultat je gnojidbe fosforom po površini tla i obradom samo gornjeg horizonta tla, pa se fiziološki aktivan fosfor u većoj količini zadržava u površinskom sloju. Livada ima znatno manje količine fiziološki aktivnog fosfora od oranice, površinski horizonti sadrže samo 2,43 mg P_2O_5/100 g tla (gornji dio) i 2,19 mg P_2O_5/100 g tla (donji dio), a potpovršinski još manje 0,76 mg P_2O_5/100 g tla (gornji dio) i 0,67 mg P_2O_5/100 g tla (donji dio). Razlog značajno manje vrijednosti P_2O_5 napuštenog poljoprivrednog zemljišta je činjenica da se livada ne gnoji fosforom već dugi niz godina. Razlike u koncentraciji fosfora gornjeg i donjeg dijela livade minimalne su i nisu značajne.

Autori u literaturi se slažu da je pseudoglej tlo vrlo siromašno, odnosno slabo opskrbljeno fiziološki aktivnim fosforom (Vukadinović i Vukadinović, 2011; Resulović i sur., 2008; Lončarić i sur., 2006; Kisić i sur., 2002/I; Škorić, 1986)

Prema Kisić i sur. (2002/II) količina fiziološki aktivnog fosfora pseudogleja obronačnog pada sa dubinom i varira od 13,8 do 5,4 mg P_2O_5/100 g tla, a Mesić (2001) ističe kako je u površinskom horizontu tla uvijek najveća koncentracija fiziološki aktivnih hranjiva, Lončarić i sur. (2006) su na praškasto ilovastom pseudogleju utvrdili niski sadržaj fosfora od 10,2 mg P_2O_5/100 g tla. Svi navedeni rezultati količine fiziološki aktivnog fosfora u pseudoglejnom tlu poklapaju se sa rezultatima dobivenim u ovom istraživanju.

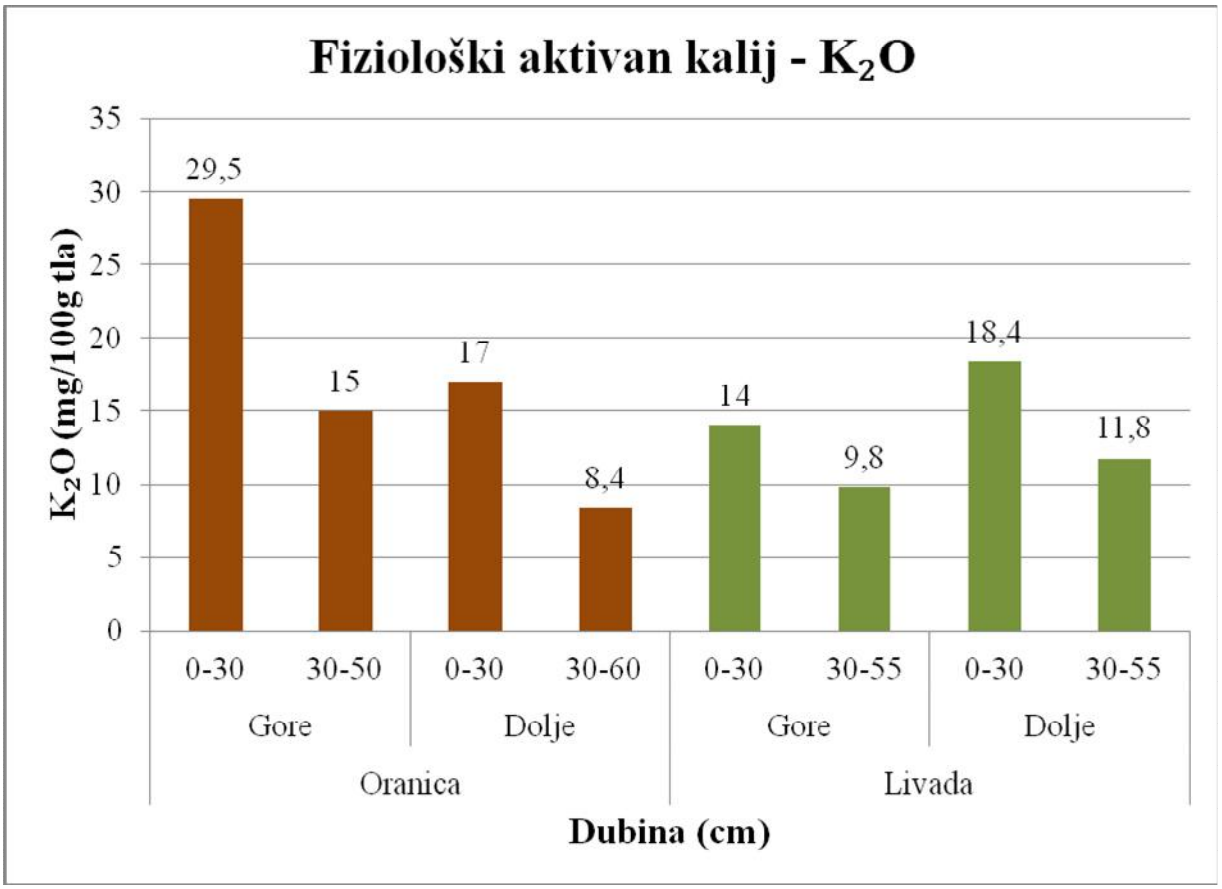
Vukadinović i Vukadinović (2011) pojašnjavaju da je pseudoglejno tlo siromašno fosforom zbog njegove kemijske fiksacije. Naime u pseudoglejima slobodni fosfati grade Al i Fe fosfate jer je humat efekt slabo izražen (nizak sadržaj uglavnom kiselog humusa slabog kelatizirajućeg potencijala). Iako fosfor dolazi u obliku velikog broja različito topivih minerala (Pavlović, 2010), u kiselim uvjetima sredine kakvi su u pseudoglejnom tlu nalazi se u obliku teško topivih aluminijevih i željeznih fosfata (Špoljar, 2007).

Kalcifikacija, odnosno podizanje pH vrijednosti oranice, te gnojidba utjecali su na bolju pristupačnost i povećanje količine fiziološki aktivnih hranjiva u tlu kao i na povećanje plodnosti tla, a zbog nedostatka navedenog livada ima vrlo niske količine fiziološki aktivnih hranjiva, što je u skladu s istraživanjima Karalića, 2010; Lončarića i sur., 2004; Kisića i sur., 2002/I; Butorca i sur., 2005; Rastija i sur.,2009 i Varge, 2010.

Rastija i sur. (2009) dodatno naglašavaju da pojačana mineralna gnojidba kroz razdoblje od pet godina povećava opskrbljenost tla fosforom za više od 10 mg P_2O_5/100 g tla.

Zanimljiv je i podatak iz istraživanja Verity i Anderson (1990) u kojem dolazi do ispiranja svih hranjiva u tlu sa gornjeg na donji dio padine djelovanjem jače erozije, osim količine anorganskog fosfora koja ostaje nepromijenjena.

Graf 6. prikazuje količinu fiziološki aktivnog kalija u obliku K_2O u površinskim i potpovršinskim horizontima.



Graf 6. – Količina fiziološki aktivnog kalija u uzorcima tla (mg/100g tla)

Dobiveni rezultati količine fiziološki aktivnog kalija pokazuju da se uzorci nalaze u sve tri klase opskrbljenosti kalijem, a vrijednosti u površinskim horizontima su veće od vrijednosti u potpovršinskim. Opskrbljenost kalijem na oranici se kreće od 29,5 mg/100g tla do 8,4 mg/100g tla. Površinski sloj oranice ima najveću količinu kalija, na gornjem dijelu padine opskrbljenost kalijem je dobra (29,5 mg/100g tla), a potpovršinski sloj je srednje opskrbljen kalijem (15 mg/100g tla). Na donjem dijelu padine površinski sloj je srednje opskrbljen (17 mg/100g tla), a potpovršinski je slabo opskrbljen kalijem (8,4 mg/100g tla). Površinski slojevi livade su srednje opskrbljeni kalijem (14 mg/100g tla gornji dio i 18,4 mg/100g tla donji dio padine), a potpovršinski sloj livade na gornjem dijelu padine je slabo opskrbljen kalijem (9,8 mg/100g tla), dok je na donjem dijelu srednje opskrbljen (11,8 mg/100g tla). Veće količine fiziološki aktivnog kalija u površinskim horizontima nego u potpovršinskim horizontima oranice rezultat su gnojidbe i obrade isključivo površinskih horizonata u kojima se tada zadržava najveća količina hranjiva. Razlika u količini kalija između oranice i livade rezultat je antropogenog utjecaja, zbog mineralne jesenske gnojidbe NPK gnojivima i kalcifikacije oranice dolazi do akumulacije veće količine hranjiva i do podizanja pH tla čime se dobiva veća količina hranjiva u pristupačnom obliku.

Prema položaju na padini gornji dio oranice pokazuje veće vrijednosti fiziološki aktivnog kalija nego donji dio padine, jednako kao što je objašnjeno i kod količine fosfora, ovakav raspored hranjiva nastaje zbog pojačane gojidbe gornjeg dijela padine na kojem se uzgajaju kulture za ljudsku ishranu, za razliku od donjeg dijela na kojem se uzgajaju kulture za ishranu stoke. Na livadi se pak vidi primjer djelovanja erozije na mineralne tvari u tlu, jer je količina fiziološki aktivnog kalija veća na donjem nego na gornjem dijelu padine. Ispiranjem se mineralne hranjive tvari prebacuju sa gornjeg na donji dio padine na kojem se i akumuliraju.

Prema Vukadinović i Vukadinović (2011) opskrbljenost kalijem je različita i jako varijabilna, i često može biti ispod 10 mg/100g tla ako tlo nije gnojeno. Većina autora se slaže da je pseudoglejno tlo osrednje opskrbljeno fiziološki aktivnim kalijem u obliku K_2O (Husnjak, 2014; Lončarić i sur., 2006; Resulović i sur., 2008; Kisić i sur. 2002/I). Lončarić i sur. (2006) u svome istraživanju na pseudogleju istočne Hrvatske dobivaju srednju vrijednost količine fiziološki aktivnog kalija 13,5 mg K_2O/100g tla. Prema Kisić i sur. (2002/II) količina fiziološki aktivnog kalija pseudogleja obronačnog pada sa dubinom i varira od 15,9-5,7 mg K_2O/100g tla, a Kovačević i sur. (2005) navode da je pseudoglejno kiselo tlo istočne Hrvatske

slabo opskrbljeno kalijem, dobivene vrijednosti se kreću od 1,42 do 9,60 mg/100g tla. Dobivene vrijednosti slabe i osrednje opskrbljenosti tla fiziološki aktivnim kalijem poklapaju se sa rezultatima dobivenim u ovom istraživanju.

Veće količine fiziološki aktivnog kalija nego fosfora u tlu u skladu su sa činjenicom da među mineralima glina u pseudoglejnim tlima dominiraju oni ilitne grupe (Škorić, 1986; Resulović i sur., 2008). Prema Rubinić (2013) ilitični materijal u pseudogleju iznosi od 26 do 31 % ukupne količine minerala gline.

Kalcifikacija, odnosno podizanje pH vrijednosti oranice, te gnojidba utjecali su na bolju pristupačnost i povećanje količine fiziološki aktivnih hranjiva, pa tako i kalija u tlu, a zbog nedostatka navedenog livada ima niže količine fiziološki aktivnog kalija od oranice, što je u skladu s istraživanjima Karalića, 2010; Lončarića i sur., 2004; Kisića i sur., 2002/I; Butorca i sur., 2005; Rastija i sur.,2009 i Varge, 2010. Rastija i sur. (2009) dodatno naglašavaju da pojačana mineralna gnojidba kroz razdoblje od pet godina povećava opskrbljenost tla kalijem za više od 10 mg K_2O/100 g tla. Veću količinu kalija u površinskim nego u potpovršinskim horizontima objašnjava Mesić (2001) koji navodi kako je u površinskom sloju tla uvijek najveća koncentracija fiziološki aktivnih hranjiva zbog obrade, kalcifikacije i gnojidbe tla.

Hranjive mineralne i organske tvari se na padini ispiru zbog djelovanja erozije vodom i akumuliraju u donjim dijelovima padine, pa je tako na donjim dijelovima padine veća i količina fiziološki aktivnog kalija (u skladu s Verity i Anderson, 1990; Ritter, 2012; Changere i sur., 1997; Kisić i sur., 2002/IV). Djelovanje erozije vidljivo je na primjeru livade koja je godinama napušteno zemljište i nije gnojena. Količina fiziološki aktivnog kalija je veća na donjem nego na gornjem dijelu padine za 4,4 mg K_2O/100g tla u površinskom horizontu i za 2 mg K_2O/100g tla u potpovršinskom horizontu što je u skladu sa Kisićem i sur. (2002/IV) koji navode da se ispiranjem hranjiva djelovanjem erozije količina kalija na donjem dijelu padine povećava za od 2,5 do 8 mg K_2O/100g tla u usporedbi sa gornjim dijelom padine.

5. ZAKLJUČAK

Prema dobivenim rezultatima istraživanja utjecaja načina korištenja i nagiba na temeljna svojstava pseudogleja obronačnog može se zaključiti da:

- Način korištenja zemljišta utječe na pH tla, količinu humusa i opskrbljenost fiziološki aktivnim hranjivima. Reakcija tla na oranici je generalno nešto niža od reakcije tla na napuštenom zemljištu zbog zakiseljavanja tla gnojidbom. Između oranice i livade utvrđene su minimalne razlike u količini humusa površinskog horizonta, usprkos iznošenju organske tvari prinosom i ubrzanoj mineralizaciji uslijed obrade tla na oranici. One su rezultat intenzivne gnojidbe organskim gnojivima, uobičajene za povrtlarsku proizvodnju. Veće razlike se primjećuju u potpovršinskom horizontu u kojem oranica ima veći sadržaj humusa nego livada zbog miješanja horizonata obradom. Opskrbljenost fiziološki aktivnim hranjivima, fosforom i kalijem, veća je na oranici nego na livadi zbog gnojidbe oranice mineralnim NPK gnojivima.
- Nagib terena 5-10% ima utjecaj samo na mehanički sastav tla i količinu fiziološki aktivnog kalija na livadi. Zbog utjecaja erozije na teksturu, na gornjim dijelovima padine veće su količine praha i gline, dok je veća količina pijeska na donjim dijelovima padine. Sadržaj fiziološki aktivnog kalija u prirodnim uvjetima napuštenog zemljišta je veći na donjem dijelu padine zbog ispiranja hranjiva niz padinu. Kod ostalih kemijskih svojstava nema značajne kontinuirane razlike između rezultata dobivenih na gornjim i na donjim dijelovima padine oranice i livade.

6. LITERATURA

1. ARKOD, nacionalni sustav identifikacije zemljišnih parcela, evidencija uptrebe poljoprivrednih zemljišta u Republici Hrvatskoj. (http://www.arkod.hr/), Pristupljeno: 24.07.2014.
2. Awdenegest, M., Holden, N. (2008). Soil fertility in relation to slope position and agricultural land use: a case study of Umbulo Catchment in southern Ethiopia. Hawassa University. Environmental management vol. 42 (5), 753-763.
3. Badalikova, B. (2010). Influence of soil tillage on soil compaction. Soil biology vol. 20, Soil engineering, 19-30.
4. Bakšić, D. (2002). Adsorpcijski kompleks tla na nekarbonatnim supstratima u jelovim i bukovo – jelovim sastojinama Hrvatske. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
5. Bašić, F., Kisić, I., Nestroy, O., Mesić, M., Butorac, A. (2002). Particle size distribution (Texture) of eroded soil material. Agronomski fakultet Zagreb. Agronomy and crop science vol 188, 311-322.
6. Bensa, A., Miloš, B. (2011/I). Pedologija, kemijska svojstva tla. Međusveučilišni studij Split, Mediteranska poljoprivreda, autorizirana prezentacija
7. Bensa, A., Miloš, B. (2011/II). Pedologija, humus. Međusveučilišni studij Split, Mediteranska poljoprivreda, autorizirana prezentacija
8. Bertić, B., Lončarić, Z., Vukadinović, V.,Vukobratović, Ž., Vukobratović, M., Teklić, T. (2006). Maize yield responses to mineral fertilization. Cereal Research Communications 34/1. 405-408.
9. Bogunović, M., Bensa, A., Rubinić, V., Ćorić, R. (2009). Stanje kiselosti glavnih tipova tala kontinentalne Hrvatske. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 44. Hrvatski i 4. Međunarodni simpozij agronoma, 8-14.
10. Bogunović, M., Vidaček, Ž., Husnjak, S., Sraka, M. (1998). Inventory of soils in Croatia. Agriculturae Conspectus Scientificus 63/3. 105-112.
11. Butorac, A., Butorac, J., Bašić, F., Mesić, M., Kisić, I. (2005). Utjecaj gnojidbe na zalihu fosforom i kalijem na prinos korijena šećerne repe i neka kemijska svojstva tla u plodoredu kukuruz-soja-ozima pšenica-šećerna repa, Agronomski glasnik 1, 3-16.

12. Butorac, A., Kisić, I., Butorac, J. (2006). Utjecaj svojstava konzervacijske obrade tla na kemijska svojstva, primjenu dušika, biološka svojstva i biljne bolesti. Agronomski glasnik 5, 417-434.
13. Celik, I. (2005). Land use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey. Soil and tillage research vol. 83, 270-277.
14. Changere, A., Lal, R. (1997). Slope position and erosional effects on soil properties and corn production on a Miamain soil of central Ohio. Journal of sustainable agriculture vol 11., 5-21.
15. Chen, G., Gan, L., Wang, S. (2001). A comparative study on the microbiological characteristic of soils under different land use conditions from karst areas of southwest China. Chinese journal of Geochemistry vol. 20, No. 1. 52-58.
16. Ćirić, M. (1984). Pedologija. Svijetlost, Sarajevo
17. Food and agriculture organization oft he United nations, FAO (2006), Rome. Guidelines for soil description, 4. Izdanje
18. Elliott, E.T. (1986). Aggregate structure and carbon,nitrogen and phosphorus in native and cultivated soils. Soil science society of America journal vol. 50, 627-633.
19. Grieve, I.C. (2001). Human impacts on soil properties and their implications for the sensitivity of soil systems in Scotland. Department of environmental science, University of Stirling, UK. Catena 42, 361-374.
20. Haghighi, F., Gorji, M., Shorafa, M. (2010). A study oft he effects of land use changes on soil physical properties and organic matter. Land degradation and development vol. 21, 496-502.
21. Herak – Ćustić, M., Petek, M., Toth, N., Poljak, M., Čosić, T. (2007). Effects of organic and mineral fertilization on NPK status in soil and plant, and yield of red beet (beta vulgaris var. conditiva). Alps – Adria scientific workshop VI, Obervellach, Cereal research Communications vol. 35, 449-452.
22. HRN ISO 10390 (2005): Soil quality – Determination of pH (ISO 10390:2005)
23. HRN ISO 11277 (2011): Soil quality – Determination of particle size distribution in mineral soil material – Metod by sieving and sedimentation (ISO 11277:2009)
24. HRN ISO 11464 (2006): Soil quality - Pretreatment of samples for physico-chemical analysis (ISO 11464:2006)
25. Husnjak, S. (2014). Sistematika tala Hrvatske. Hrvatska Sveučilišna naklada

26. IUSS Working group, World Reference Base for soil resources (2006). World soil resources reports No. 103. Food and agriculture organization ofthe UN, Rome
27. Jankauskas, B., Jankauskiene, G., Fullen, M.A. (2008). Soil erosion and changes of the physical properties of Lithuanian Eutric albeluvisols under different land use systems. Acta Agriculturae Scandinavica, section B - Soil and plant science, vol. 58, 66-76.
28. JDPZ (1966). AL - metoda. Kemijske metode istraživanja zemljišta, Beograd
29. JDPZ (1966). Metoda po Kappenu. Kemijske metode istraživanja zemljišta, Beograd
30. JDPZ (1966). Metoda po Tjurinu. Kemijske metode istraživanja zemljišta, Beograd
31. Jiang, Y.J., Yuan, D.X., Zhang, C. (2006) Impact of land use change on soil properties in a typical karst agricultural region of southwest China: a case study of Xiaojiang watershed, Yunan. Environmental Geology vol. 50, 911-918.
32. Karalić, K. (2010). Utvrđivanje potrebe u kalcizaciji i utjecaj kalcizacije na status hranjiva u tlu. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Poljoprivreda 16, str.77 – Sažeci doktorskih disertacija
33. Kisić, I., Bašić, F., Butorac, A., Mesić, M., Nestroy, O., Sabolić, M. (2005). Erozija tla vodom pri različitim načinima obrade, Priručnik. Agronomski fakultet
34. Kisić, I., Bašić, F., Mesić, M., Butorac, A. (2002/I). Učinkovitost kalcifikacije i gnojidbe na kemijske značajke tla i prinos zrna kukuruza i ozime pšenice. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Agriculturae Conspectus Scientificus vol 67, 25-33.
35. Kisić, I., Bašić, F., Mesić, M., Butorac, A., Sabolić, M. (2002/II). Utjecaj različitih načina obrade na prinos zrna kukuruza na pseudogleju središnje Hrvatske. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Agriculturae Conspectus Scientificus vol. 67, 81-89.
36. Kisić, I., Bašić, F., Nestroy, O., Mesić, M., Butorac, A. (2002/III). Soil erosion under diferent tillage methods in central Croatia, Agronomski fakultet Zagreb. Die Bodenkultur, vol 53 (4), 199-206.
37. Kisić, I., Bašić, F., Nestroy, O., Mesić, M., Butorac, A. (2002/IV). Chemical properties of eroded soil material. Agronomski fakultet Zagreb. Agronomy and crop science, vol. 188, 323-334.
38. Kizilkaya, R., Dengiz, O. (2010). Variation of land use and land cover effects on some soil physico- chemical characteristic and soil enzyme activity. Zemdirbyste – Agriculture vol. 97, 15-24.

39. Kovačević, V., Lončarić Z., Šimić, D., Šimić, B. (2005). Influences of liming on soil fertility in the Eastern Croatia. Plant nutrition for food security, human health and environmental protection. 958-959.
40. Lešić, R., Borošić, J., Butorac, I., Herak Ćustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2004). Povrčarstvo, ishrana povrća i gnojidba. Agronomski fakultet, Zrinski d.d., Čakovec
41. Lichon, M. (1993). Human impacts on processes in karst terrens with special reference to Tasmania. Cave Science vol. 20, No. 2, 55-60.
42. Lončarić, Z., Rastija, D., Karalić, K., Popović, B. (2006). Mineral fertilization and liming impact on maize and wheat yield. Cereal Research Communications 34/1. 717-720.
43. Lončarić, Z., Rastija, D., Karalić, K., Popović, B., Đurđević, B., Engler, M. (2004). Mineralna gnojidba fosforom i kalcizacija: promjene kemijskih osobina tla. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Izvorni znanstveni rad
44. Lončarić, R., Lončarić, Z., Zmaić,K. (2006). Economic effects of winter wheat fertilization. Cereal Research Communications 34/1. 825-828.
45. Mainam, F., Zinck, A.J., Ranst, E.V. (2002). Variations int he soil properties and crop characteristics due to soil erosion at plot scale int he semiarid zone of Cameroon. Actes du colloque, Garoua, 27-31.
46. Mesić, M. (2001). Korekcija suvišne kiselosti tla različitim vapnenim materijalima. Agronomski fakultet Zagreb. Agriculturae conspectus scientificus vol. 6, 75-93.
47. Mesić, M., Bašić, F., Kisić, I., Šestak, I., Zgorelec, Z., Jurišić, A. (2011). Izvješće o radu na pokusu sa kalcifikacijom u Lepoglavi. Agronomski fakultet, Zavod za opću proizvodnju bilja
48. Munsell Soil Color Charts (2000), Munsell color revised, washable edition
49. Parađiković, N. (2009). Opće i specijalno povrćarstvo, Poljoprivredni fakultet Osijek
50. Pavlović Mutavdžić, D. (2010). Kemijski i biokemijski procesi u tlu i sedimentu, Fizikalna i kemijska svojstva tla i njihovo određivanje. Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Sveučilište u Zagrebu, Zavod za analitičku kemiju, interna skripta
51. Rastija, D., Lončarić, Z., Škripek, Ž., Japundžić-Palenkić, B., Varoščić, A. (2009). Utjecaj kalcizacije i gnojidbe na promjene kemijskih svojstva tla i prinos kukuruza. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. 44. Hrvatski i 4. Međunarodni simpozij agronoma, 83-88.

52. Resulović, H., Čustović, H., Čengić, I. (2008). Sistematika tla/zemljišta: nastanak, svojstva i plodnost. Poljoprivredno prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu.
53. Rieke – Zapp, D.H., Nearing, M.A. (2005). Slope shape effects on erosion. Soil Science Society of America journal vol. 69, No. 5. 1463-1471.
54. Ritter, J. (2012) Soil erosion – Causes and effects. Factsheet, Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Ontario
55. Rubinić, V. (2013). Geneza pseudogleja kontinentalne Hrvatske. Doktorski rad, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
56. Rubinić, V., Durn, G., Husnjak, S., Tadej, N. (2014). Composition, properties and formatio of pseudogley on loess along a percipitation gradient in the Pannonian region of Croatia. Agronomski fakultet Zagreb. Catena 113; 138-149.
57. Saglam, M., Dengiz, O. (2012). Influence of selected land use types and soil texture interactions on some soil physical characteristic in an alluvial land. Internacional journal of agronomy and plant production vol. 3, 508-513.
58. Šimunić, I., Špoljar, A., Peremin Volf, T. (2007). Vježbe iz tloznanstva i popravka tla, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima
59. Škorić, A. (1986). Postanak, razvoj i sistematika tla. Fakultet poljoprivrednih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zavod za Pedologiju
60. Škorić, A. (1985). Priručnik za pedološka istraživanja.Fakultet poljoprivrednih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zavod za Pedologiju
61. Škorić, A. (1991). Sastav i svojstva tla, pedološko i biljno ekološko značenje. Fakultet poljoprivrednih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zavod za Pedologiju
62. Špoljar, A. (2007). Tloznanstvo i popravak tla, I. dio. Visoko gospodarsko učilište u Križevcima
63. Tonkongov, V.D. (2008). Spatial genetic sequences of soil horizons and soil profiles on the Russian and West Siberian plains. Eurasian Soil science 41.6., 565-573.
64. Verity, G.E., Anderson, D.W. (1990). Soil erosion effects on soil quality and yield. Canadian Journal of Soil Science vol 70 (3), 471-484.
65. Vukadinović, V. (2009). Plodnost (produktivnost) tla. Priručnik Osiječko – Baranjske županije
66. Vukadinović, V., Vukadinović, Vesna (2011). Ishrana bilja, Poljoprivredni fakultet u Osijeku
67. Vukadinović, V., Lončarić, Z. (1998). Ishrana bilja, Poljoprivredni fakultet Osijek

68. Zaidel'man, F.R. (2007). Lessivage and its relation to the hydrological regime of soils. Eurasian Soil science 40.2., 115-125.
69. Zaninović, K., Gajić-Čapka, M., Perčec Tadić, M., Vučetić, M., Milković, J.,Bajić, A., Cindrić, K., Cvitan, L., Katušin, Z., Kaučić, D., Likso, T., Lončar, E., Lončar, Ž., Mihajlović, D., Pandžić, K., Patarčić, M., Srnec, L. (2008). Klimatski atlas Hrvatske, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb.

7. ŽIVOTOPIS AUTORA

Martina Šipek rođena je 10.02.1990. godine u Zagrebu i od tada živi u Donjoj Zelini pored Zagreba. Osnovnu školu Ksavera Šandora Djalskog u Donjoj Zelini završila je 2005. godine i upisala Prirodoslovnu školu Vladimira Preloga u Zagrebu, smjer Ekološki tehničar. Srednju školu je završila s odličnim uspjehom i 2009. godine upisala Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, smjer Agroekologija. Tijekom tri godine preddiplomskog studija nalazila se u 10 % najuspješnijih studenata i primala je državnu stipendiju A kategorije za nadarene studente, te je 2012. godine završila sveučilišni preddiplomski studij i stekla akademski naziv Sveučilišna prvostupnica inženjerka agroekologije. Iste godine upisala je diplomski studij Agroekologije na Agronomskom fakultetu. 2013. godine nalazi se u 3% najuspješnijih studenata i prima stipendiju iz Fonda Sveučilišta za stipendiranje darovitih studenata, te paralelno upisuje dodatni diplomski studij Fitomedicine također na Agronomskom fakultetu. Tijekom svog fakultetskog obrazovanja radi mnoge studentske poslove od kojih je važno naglasiti položaj savjetnika u različitim vrtnim centrima za tvrtku Unichem Agro Slovenija.

Izjava o autorstvu rada

Ovime potvrđujem da sam osobno napisao/la rad:

_____

i da sam njegova autorica.

Svi dijelovi rada, nalazi ili ideje koje su u radu citirane ili se temelje na drugim izvorima (bilo da su u pitanju mrežni izvori, udžbenici, knjige, znanstveni, stručni ili popularni članci) u radu su jasno označeni kao takvi te adekvatno navedeni u popisu literature.

Ime i prezime:_____

Datum:_____