

# Adsorpcijski kompleks rigolanog tla iz pseudogleja u ovisnosti o reljefnoj poziciji i zatravljenosti

---

**Smajić, Adelisa**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:817318>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-28**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

Adsorpcijski kompleks rigolanog tla iz pseudogleja  
u ovisnosti o reljefnoj poziciji i zatravljenosti

DIPLOMSKI RAD

Adelisa Smajić

Zagreb, rujan, 2023.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:

Agroekologija

**Adsorpcijski kompleks rigolanog tla iz pseudogleja  
u ovisnosti o reljefnoj poziciji i zatravljenosti**

DIPLOMSKI RAD

Adelisa Smajić

Mentor:

prof. dr. sc. Aleksandra Bensa

Zagreb, rujan, 2023.  
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

**IZJAVA STUDENTA**  
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Adelisa Smajić**, JMBAG 0178117714, rođen/a 20.02.1998. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila/izradio diplomski rad pod naslovom:

**Adsorpcijski kompleks rigolanog tla iz pseudogleja u ovisnosti o reljefnoj poziciji i zatravljenosti**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*Potpis studenta / studentice*

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

**IZVJEŠĆE**

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta/ice **Adelisa Smajić**, JMBAG 0178117714, naslova

**Adsorpcijski kompleks rigolanog tla iz pseudogleja u ovisnosti o reljefnoj poziciji i zatravljenosti**

obranjen je i ocijenjen ocjenom \_\_\_\_\_, dana \_\_\_\_\_.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. Prof. dr. sc. Aleksandra Bensa, mentor

\_\_\_\_\_

2. Izv. prof. dr. sc. Kristina Krklec, član

\_\_\_\_\_

3. Izv. prof. dr. sc. Aleksandra Perčin, član

\_\_\_\_\_

## **Zahvala**

Ovime zahvaljujem svojoj mentorici prof. dr. sc. Aleksandri Bensi na pruženoj prilici, strpljenju, pomoći i korisnim savjetima, te ugodnoj suradnji prilikom pisanja ovog diplomskog rada. Zahvaljujem se i Nikolini Jurković Balog (dipl.ing.agr.) koja mi je pomogla prilikom rada u laboratoriju.

Posebno se zahvaljujem cijeloj svojoj obitelji na razumijevanju i podršci koju su mi pružili tijekom studiranja.

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Cilj rada.....	2
2. Pregled literature .....	3
3. Materijali i metode .....	6
3.1. Područje istraživanja .....	6
3.2. Terenski rad.....	7
3.3. Laboratorijski rad.....	8
4. Rezultati istraživanja i rasprava .....	12
4.1. Mehanički sastav tla.....	12
4.2. Humus.....	16
4.3. Kapacitet i stanje zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama.....	19
5. Zaključak.....	24
6. Popis literature.....	25
Životopis .....	29

## Sažetak

Diplomskog rada studenta/ice **Adelisa Smajić**, naslova

### **Adsorpcijski kompleks rigolanog tla iz pseudogleja u ovisnosti o reljefnoj poziciji i zatravljenosti**

Ciljevi ovog istraživanja bili su odrediti parametre adsorpcijskog kompleksa tla (AK), te sadržaj humusa i gline u rigolanom tlu iz pseudogleja na različitim reljefnim pozicijama, unutar i između redova vinograda, na lokaciji u Zagrebu. Istraživanje je provedeno na 18 kompozitnih uzoraka tla (0-30 cm). Sadržaj gline u tlu pokazao je smanjenje od vrha prema dnu padine u nizu 21,53 % > 18,20 % > 17,17 % unutar reda, kao i u međurednom razmaku 20,70% > 18,03% > 17,07%. Utvrđene razlike bile su minimalne i mogu se pripisati obradi tla. Sadržaj humusa unutar reda varirao je u uskom rasponu (2,54-2,64 %) i nije se značajno razlikovao između pozicija na padini. U tlu međurednog zatravljenog prostora utvrđene su više vrijednosti humusa (2,49-2,78 %), uz maksimum na vrhu padine. Stupanj zasićenosti AK (V) unutar reda varirao je u rasponu 58,9-65,7 %, a u tlu međureda od 58,1 do 64,4 %. Rezultati su ukazali na povezanost parametara AK sa sadržajem gline i humusa. Male razlike u istraživanim svojstvima tla mogu se pripisati kratkoj dužini i malom, te neujednačenom nagibu padine.

**Ključne riječi:** vinograd, glina, humus



## Summary

Of the master's thesis – student **Adelisa Smajić**, entitled

### **Adsorption complex of rigolated pseudogley soil depending on relief position and grass coverage**

The goals of this study were to determine the parameters of the soil adsorption complex (AC), as well as the content of humus and clay in the rigolated pseudogley soil at different relief positions, within and between rows of vineyard, on a location in Zagreb. The study was conducted on 18 composite soil samples (0-30 cm). The soil clay content decreased from the top to the bottom of the slope in the following order: 21.53 % > 18.20 % > 17.17 % within the row, as well as in the inter-row spacing 20.70 % > 18.03 % > 17.07 %. The determined differences were minimal and can be attributed to soil tillage. The humus content within the row varied in a narrow range (2.54-2.64 %) and did not differ significantly between positions on the slope. Higher values of humus (2.49-2.78 %) were determined in the soil of the inter-row grass area, with a maximum at the top of the slope. The degree of saturation of AC (V) within the row varied in the range of 58.9-65.7 %, and in the inter-row space from 58.1 to 64.4 %. The results indicated a link between AC parameters and the content of clay and humus. Small differences in the studied soil properties can be attributed to the short length and the small and uneven slope.

**Keywords:** vineyard, clay, humus

# 1. Uvod

Adsorpcijski kompleks (AK) tla može se definirati kao skup mineralnih i organskih koloida koji na svojoj površini adsorbiraju katione na način da se u jednostavnim kemijskim reakcijama kationi mogu mijenjati s drugim kationima iz otopine tla, odnosno sa tvarima s kojima dolaze u dodir. Anorganske i organske čestice (glineni minerali i humusne tvari) imaju veću sorpcijsku moć za molekule i ione što je njihov stupanj raspršenosti veći. O vrsti kationa koji prevladavaju na adsorpcijskom kompleksu tla ovisi i čitav niz fizikalno-kemijskih značajki tla, a sorpcijska sposobnost tla se ubraja među ekološki značajna svojstva tla (Mutavdžić Pavlović, 2014.). U sastav adsorpcijskog kompleksa ubrajaju se humus, sekundarni alumosilikati, organo-mineralni koloidi, amorfne koloidne čestice i fragmenti primarnih minerala koloidnih dimenzija. Kapacitet adsorpcije je izrazito važna karakteristika tla jer predstavlja količinu elemenata koji se mogu zadržati u tlu. Što je kapacitet adsorpcije veći to je moguća primjena veće količine gnojiva bez da dođe do ispiranja hraniva iz tla u podzemnu vodu. Također, veći kapacitet adsorpcije važan je za vodozaštitna područja jer zadržava više kationa onečišćivača (štetnih tvari). Adsorpcijski kompleks tla utječe i na puferizacijsku sposobnost, reakciju, sastav i karakteristike otopine tla. Kod nekih je tala adsorpcijski kompleks zasićen bazama (Ca, Mg, K) pa to povoljno utječe na strukturu i stabilnost agregata tla (Kisić, 2012.).

Tekstura tla definirana je udjelom čestica pijeska, praha i gline u tlu. Iako se čestice razlikuju po veličini, relativna količina svake od ovih komponenti ima veliki utjecaj na fizikalna, kemijska i biološka svojstva tla (Ritchey i sur., 2015.). Glina je najmanja čestica tla koja se naziva još i grubo koloidna frakcija tla. Smatra se najaktivnijom i najvažnijom frakcijom krute faze tla. Ima veliku sposobnost vezanja vode, jako je ljepljiva, nepropusna za vodu i ima veliku aktivnu površinu, a samim time i veliku sposobnost adsorpcije. U vodi bubri, dok u suhom stanju kontrahira (smanjuje volumen) (Kisić, 2012; Sraka, 2019.).

Humus je sekundarna mrtva organska tvar koja je nastala procesom humifikacije odnosno iz odumrlih organskih ostataka sintezom trodimenzionalnih organskih polimera (Husnjak, 2014.). Glavni je pokazatelj plodnosti tla, smatra se izvorom energije i rezervom biljnih hranjiva, te je bitan morfološki i genetski indikator tla (Tashkuziev i Shadieva, 2021.). Humus povećava kapacitet tla za sorpciju iona i tako pospješuje njegova pufera svojstva regulirajući ravnotežu između iona u vodenoj fazi tla i onih koji su izmjenjivo vezani na koloidnim česticama tla. Tla s većim sadržajem humusa i gline imaju veći sorpcijski kapacitet od lakših i manje humoznih tala (Mutavdžić Pavlović, 2014.).

Pseudoglejno tlo obilježava povremeno vlaženje stagnirajućom oborinskom vodom. To je tip tla kojeg odlikuje značajna različitost svojstava između primarnog i sekundarnog pseudogleja i između njihovih nižih jedinica. Primarni pseudoglej na razini podtipa javlja se isključivo na zaravni i manje je rasprostranjen u Hrvatskoj. Sekundarni pseudoglej znatno je zastupljeniji u Hrvatskoj, a obilježava ga slabo propusan iluvijalni pseudoglejni horizont, praškasto glinasto ilovaste teksture,

izražene zbijenosti i koherentne strukture. Kod eluvijalnog pseudoglejnog horizonta tekstura je praškasta do praškasto ilovasta, a struktura vrlo nestabilna. Osim nepovoljnih vodozračnih odnosa, karakterizira ga kisela reakcija tla i niska opskrbljenost hranivima (posebno fosforom). Sadržaj i kvaliteta humusa ovise o načinu korištenja tla. Najveća rasprostranjenost pseudogleja u Hrvatskoj je na području pleistocenskih terasa, te blažih padina brežuljaka i brda panonske regije, a mali dio se javlja na području Gorskog kotara, Like, Istre i zadarskog zaleđa. Oko 55% pseudogleja se koristi za poljoprivrednu proizvodnju, a ostatak je pod prirodnom šumskom vegetacijom. Pseudoglej na zaravni se obično koristi za uzgoj ratarskih kultura i industrijskog bilja, dok se pseudoglej na obroncima koristi za uzgoj voćnih vrsta i vinove loze (Husnjak, 2014.).

Uzgoj vinove loze odnosno suvremena vinogradarska proizvodnja često uzrokuje degradaciju tla. Naime, vinova loza se uzgaja u monokulturi, razmaci između redova su uski, a strojevi koji se koriste za većinu radnih intervencija u vinogradu iziskuju čest prohod traktora uvijek po istom tragu, što dovodi do zbijanja tla i stvaranja nepropusnog sloja. Problem stvara i erozija koja je izraženija na nagnutim terenima koji se smatraju najkvalitetnijim položajem za uzgoj vinove loze (Mirošević i Karoglan Kontić, 2008.).

Erozija tla je proces trošenja i odnošenja površinskog sloja tla pod utjecajem oborinskih voda, vjetra te posrednim ili neposrednim djelovanjem čovjeka. Proces erozije ovisi o nagibu tla, količini i intenzitetu padalina, brzini i učestalosti vjetra, značajkama tla te zatravljenosti terena. Erozijski procesi zbivaju se u tri ciklusa, prvo dolazi do odvajanja zemljišnih čestica od mase tla, nakon toga se one djelovanjem vode ili vjetra premještaju na veću ili manju udaljenost i na kraju dolazi do njihovog taloženja (Špoljar, 2016.). Na spriječavanje erozije u vinogradu pozitivno djeluje upotreba biljnog pokrova odnosno metoda zatravljivanja međurednog prostora. Biljni pokrov smanjuje eroziju gustom mrežom korijena koje prorasta tlo, poticanjem bolje penetracije oborinskih voda u tlo, te usporavanjem njihova toka po tlu. Osim što spriječava eroziju, povećava i organsku tvar u tlu, poboljšava strukturu i spriječava zbijanje tla (Mirošević i Karoglan Kontić, 2008.). U vinogradima koji se nalaze na nagibima, vegetacijski usjevi pozitivno utječu na sprečavanje erozije, a pogotovo na tlima s nižim sadržajem humusa i niže plodnosti koji se osiromašuju uslijed erozije s obzirom da se odnose gornji slojevi tla u kojima se humus i nalazi (Zec Vojinović, 2017.).

Hipoteza ovog rada je da reljefna pozicija i zatravljenost površine tla utječu na parametre adsorpcijskog kompleksa rigolanog tla iz pseudogleja obronačnog pod vinogradarskom proizvodnjom.

### **1.1. Cilj rada ili Cilj istraživanja**

Ciljevi rada su odrediti kapacitet i stanje zasićenosti AK-a bazama, sadržaj humusa i mehanički sastav u rigolanom tlu iz pseudogleja na različitim reljefnim pozicijama, unutar (obrađeno golo tlo) i između redova vinograda (zatravljeno tlo), te usporediti dobivene analitičke podatke.

## 2. Pregled literature

Erozija tla je prirodan proces koji štetno utječe na fizikalna, kemijska i biološka svojstva tla, a nagib je važan čimbenik u tom procesu. Kut nagiba, njegova duljina i zakrivljenost utječu na eroziju tla uzrokujući značajnu razliku u fizikalno-kemijskim svojstvima tla (Khan i sur., 2013; Ritter 2012; Liu i sur., 2020; Derakhshan-Babaei i sur., 2021.). Kako položaj na padini utječe na fizikalno-kemijska svojstva tla istraživali su Khan i sur. (2013.) na erodiranom tlu u Samar Baghu, okrug Lower Dir (Pakistan), a tlo je bilo ilovaste teksture. Uzorci su uzeti sa gornjeg, srednjeg i donjeg dijela padine. Rezultati su pokazali kako je najviši sadržaj gline i praha na dnu padine, a najniži na vrhu, dok je pijeska najviše na vrhu, a najniže pri dnu padine. Najviši sadržaj humusa utvrdili su na dnu padine, zatim na sredini, a najniži na vrhu padine. Autori smatraju da je pogoršanje fizikalno-kemijskih svojstava na gornjem dijelu padine u usporedbi sa srednjim i donjim dijelovima padina posljedica erozije tla, koja je uklonila finije čestice tla, uključujući organsku tvar tla. Slično istraživanje proveli su Magdić i sur. (2022.) u vinogradu u blizini Jastrebarskog (Hrvatska). Cilj njihovog istraživanja bio je utvrditi postoje li razlike u svojstvima tla duž padine, te usporediti svojstva tla unutar redova vinograda sa svojstvima zatravljenih međurednih površina. Dominantan tip tla na lokaciji istraživanja bio je pseudoglej, a klima humidna. Vinograd ima zatravljen međuredni prostor, a svake se jeseni obavlja plitka površinska obrada tla. Rezultati istraživanja pokazali su da postoje značajne razlike u sadržaju pojedinih frakcija čestica tla ovisno o položaju na padini, te obzirom da li se radi o tlu unutar ili između redova vinograda. Razlika u sadržaju gline između rednog i međurednog prostora uočena je samo u jednom horizontu. U prosjeku je viši sadržaj pijeska u međurednom prostoru u odnosu na red, dok praha i humusa ima više u redu u odnosu na međured. Također, sadržaj gline je viši na višim položajima padine, dok je sadržaj pijeska i humusa viši na sredini padine, a količina praha viša na donjem dijelu padine. Navedeni rezultati vezani za sadržaj gline se pomalo razlikuju od rezultata koje su dobili Moges i Holden (2008.) u južnoj Etiopiji, točnije na slivu Umbulo. Cilj njihovog istraživanja je bio procijeniti status hranjivih tvari na malim poljoprivrednim gospodarstvima s obzirom na klasu korištenja zemljišta (vrt, travnjak i polje) i položaj padine (gornji, srednji i donji). Istraživano tlo je bilo ilovaste teksture, a klima umjereno topla kišna. Rezultati vezani za frakcije tla ukazuju da je udio gline uvijek bio niži u odnosu na pijesak i prah na sva tri položaja padine. Sadržaj pijeska bio je izrazito viši, a udio praha znatno niži na donjem dijelu padine u odnosu na sredinu. Udio gline bio je niži na dnu padine i viši na sredini i gornjem dijelu padine, uz značajnu razliku između donjeg i srednjeg dijela padine. Uz frakcije mehaničkog sastava tla istraživali su još i kapacitet izmjene kationa. Sadržaj izmjenjivih kationa bio je niži na nižem dijelu padine u usporedbi s gornjim i srednjim dijelom padine. Donji dio padina imao je značajno manje Ca i Mg u usporedbi s ostalim položajima padine. Vrtno tlo je imalo najviše izmjenjivih kationa, dok je polje imalo najmanje. Izmjenjive vrijednosti Mg, K i Na bile su najviše u vrtnom tlu, pa na travnjaku, a zatim na polju, dok je Ca bilo više u vrtnom tlu, zatim na polju, pa tek onda na travnjaku. Kada je riječ o kapacitetu kationske izmjene slične rezultate dobio je i Yeshaneh

(2015.) na erodiranom tlu na slivu Abuhoy Gar (Etiopija). On u svom radu prikazuje kako je vrijednost kationske izmjene bila viša na višim položajima nagiba, a niža pri dnu nagiba. Sadržaj izmjenjivih baza (Ca, Mg, K) smanjivao se sa smanjenjem postotka nagiba terena. Također, navodi kako tlo sa višim sadržajem gline i organske tvari ima i veću vrijednost kationske izmjene u usporedbi sa pjeskovitim tлом koje ima niski sadržaj organske tvari. Tla s visokim sadržajem gline i organske tvari u podpovršinskom sloju na većem nagibu imaju visoku sposobnost izmjene kationa.

Među različitim mjerama za smanjenje erozije tla u trajnim nasadima, upotreba biljaka koje pokrivaju tlo (npr. spontana vegetacija, pokrovni usjevi, ostaci rezidbe, malč od slame) pokazala se kao učinkovita i ekološki prihvatljiva alternativa (Lopez-Vicente i sur., 2020.) Kako plodored, ali i busen višegodišnjih trava, utječu na eroziju na nagnutom terenu istražili su Jankauskas i sur. (2008.) na lesiviranom tlu u brdovitom području zapadne Litve u razdoblju od 18 godina pod različitim sustavima korištenja zemljišta na padinama različitog nagiba. Erozijska tla uglavnom je uzrokovana obradom tla i erozijom vodom tijekom kontinuirane intenzivne proizvodnje usjeva. Godišnja količina oborine tijekom promatranog razdoblja bila je 635-1075 mm. Parcele su bile duboko orane, obično u rujnu, a tlo je do proljeća bilo golo. Terensko istraživanje provedeno je na pjeskovitoj ilovači čija su se svojstva mijenjala pod utjecajem erozije i nagiba. Na temelju rezultata zaključili su da višegodišnje trave koje tvore busen i plodored trava i žitarica povećavaju skladištenje ugljika u tlu, te poboljšavaju fizikalna svojstva tla (ukupnu poroznost, strukturu tla i stabilnost agregata). Višegodišnje trave gotovo su u potpunosti spriječile eroziju, uz samo mali gubitak tla, dok je krumpir imao najmanju sposobnost sprječavanja erozije. Plodoredi travnato-žitnih usjeva i višegodišnje trave koje stvaraju busen smanjile su erodibilnost tla i tako su pomogle u kontroli erozije i ekološkoj stabilnosti osjetljivog brežuljkastog krajolika. Slično istraživanje proveli su Telak i sur. (2021.), a njihov cilj bio je usporediti kako zatravljivanje i malčiranje slamom utječu na smanjenje kemijske i fizičke degradacije tla i početne erozije. Istraživanje je provedeno u vinogradu u Orahovici (Hrvatska). Područje istraživanja ima umjerenu kontinentalnu klimu s prosječnom godišnjom količinom oborine od 938 mm. Istraživano je tlo klasificirano kao pseudoglej. Rezultati su pokazali kako je zatravljivanje značajno povećalo vrijednosti organske tvari u tlu, vodostabilnih agregata, vremena nagomilavanja i otjecanja i značajno smanjilo vrijednosti otjecanja vode, koncentracije sedimenta, gubitka sedimenta, gubitka ugljika, gubitka fosfora, dostupnog sadržaja fosfora i vode u tlu. Da vegetacijski pokrov štiti tlo od erozije slažu se Ahmed i sur. (2022.) koji navode da vegetacijski pokrov i njegova različita priroda smanjuju učestalost površinskog otjecanja, te da vegetacija ne samo da smanjuje gubitak hranjivih tvari koje uzrokuje erozija već poboljšava i plodnost tla. Cilj njihovog istraživanja bio je procijeniti kako različiti vegetacijski pokrov i nagib padine utječu na gubitak otjecanja vode i sedimenta tla u odnosu na golo tlo. Eksperiment je proveden na polju koje se nalazi u Sohawi (Pakistan). Tri ljetne kulture crni grah (Mung bean), zlatni grah (Mash bean) i proso uzgajane su na nagibu od 1, 5 i 10 % nagiba. Gubici tla uzrokovani nagibom padine i otjecanjem

mjereni su za svaki ljetni usjev. Klima područja je polusušna, a godišnja količina padalina iznosi oko 1000 mm. Tlo se sastoji od 24-41 % praha, a sadržaj gline varira od 20-33 %. Rezultati su pokazali kako je najveći gubitak tla uočen na površini bez usjeva i na 10 % nagiba površine, a najmanji na površini na kojoj se nalazio crni grah Mungo (na 1 % nagiba). Za usporedbu vegetativnih pokrova, zlatni grah je najotporniji na eroziju tla, zatim crni grah i proso. Također, iz rezultata pokusa vidljivo je da je nagib padine značajno utjecao na prinose zrna sva tri usjeva, prinosi su opadali s povećanjem nagiba. Intenzitet erozije značajno je povećan s povećanjem nagiba, što potvrđuje i Ritter (2012.) koji u svom radu navodi kako je rizik od erozije veći što je padina strmija, te da se erozija povećava sa povećanjem duljine padine zbog veće akumulacije otjecanja. Da biljni pokrov smanjuje eroziju potvrdili su i aan Zuazo i sur. (2006.) koji su istraživali kako vegetacija sprječava eroziju tla na planinskom području u Španjolskoj. Odabrali su šest samoniklih aromatičnih i medonosnih biljnih vrsta (*Thymus serpylloides* subsp. *Gadorensis*, *Thymus baeticus* Boiss, *Salvia lavandulifolia* Vahl., *Santolina rosmarinifolia* L., *Lavandula stoechas* L. i *Genista umbellata* Poiret) za utvrđivanje njihove učinkovitosti u smanjenju vodene erozije na padinama planine Sierra Nevada. Parcele na kojima se vršilo istraživanje (uključujući parcelu s golim tlom kao kontrolu), smještene su na 1345 m nadmorske visine sa nagibom od 13 %. Najniže stope otjecanja i erozije tla tijekom cijelog razdoblja istraživanja, izmjerene su pod *Thymus serpylloides*, dok su kod *Lavandula stoechas* L. zabilježene najviše stope među testiranim biljnim pokrovima. Prema rezultatima, biljni pokrivači s nižim rastom učinkovitije su spriječili eroziju tla i otjecanje vode nego viši i otvoreni grmovi srednje veličine. Također, prema rezultatima zaključili su da je erozija izraženija na golom tlu nego na tlu sa biljnim pokrovom. Ritter (2012.) navodi kako su usjevi koji štite odnosno prekrivaju tlo tijekom većeg dijela godine puno učinkovitiji u smanjivanju erozije od usjeva koji ostavljaju golo tlo duže vrijeme, posebno u proljeće tijekom jakih erozivnih oborina, što potvrđuju i Lopez-Vicente i sur. (2020.) u svom radu. Na temelju rezultata, zaključili su kako pokrovni usjevi smanjuju gubitak organske tvari u tlu na vinogradima, ali i da zbog razlike koja je uočena između sadržaja organske tvari u mjesecima s niskim i umjereno do visokim pokrovom treba razmotriti trajne pokrovne usjeve kako bi se produžila učinkovitost pokrova. Mirošević i Karoglan Kontić (2008.) navode kako se za zatravljivanje međurednih prostora u vinogradu trebaju birati vrste koje imaju nizak rast i koje neće smetati u rastu i razvoju vinove loze; vrste koje sa korijenom dobro vežu tlo, koje su otporne na gaženje, koje podnose redovitu košnju i koje će se brzo proširiti na nepokrivenu površinu.

### 3. Materijali i metode

#### 3.1. Područje istraživanja

Istraživanje je provedeno na vinogradarsko–vinarskom pokušalištu Jazbina, koje je u sastavu Agronomskog fakulteta od 1939. godine. Pokušalište Jazbina nalazi se na valovitom reljefu u sjeverozapadnom dijelu Hrvatske, na južnim obroncima Zagrebačke gore, na brijegu Biškopov čret gdje zauzima lijevu stranu jako razvedene padine s prosječnim nagibom od 16 % (Pajač-Živković i sur., 2012.). Smješteno je na padinama obližnje Medvednice, okrenuto jugu i jugozapadu s najvišom točkom na 302 metra nadmorske visine. Koristi se kao znanstveno-nastavno pokušalište za područja vinogradarstva, vinarstva i voćarstva, ali prije svega smatra se znanstveno-nastavnim terenom čija je osnovna zadaća edukacija studenata i provođenje istraživanja iz područja vinogradarstva i vinarstva. Pokušalište zauzima 8,5 hektara površine, a najveći dio površine od oko 6 hektara čine nasadi vinograda, dok površinu od 2 hektara zauzimaju voćnjaci. Ostatak površine predstavlja infrastruktura pokušališta (Mrežna stranica Agronomskog fakulteta,

<https://www.agr.unizg.hr/hr/group/209/Poku%C5%A1ali%C5%A1te+Jazbina>)

Jazbina pripada području umjerene kontinentalne klime koju karakteriziraju blage, ponekad hladnije zime i topla, ponekad vruća ljeta semiaridnih područja. Prema klasifikaciji tala u Hrvatskoj na području pokušališta zastupljeno je rigolano tlo vinograda iz obronačnog pseudogleja na podlozi pleistocenih ilovina i pliocenskih glina (Pajač-Živković i sur., 2012.).



Slika 3.1.1. Pokušalište "Jazbina"

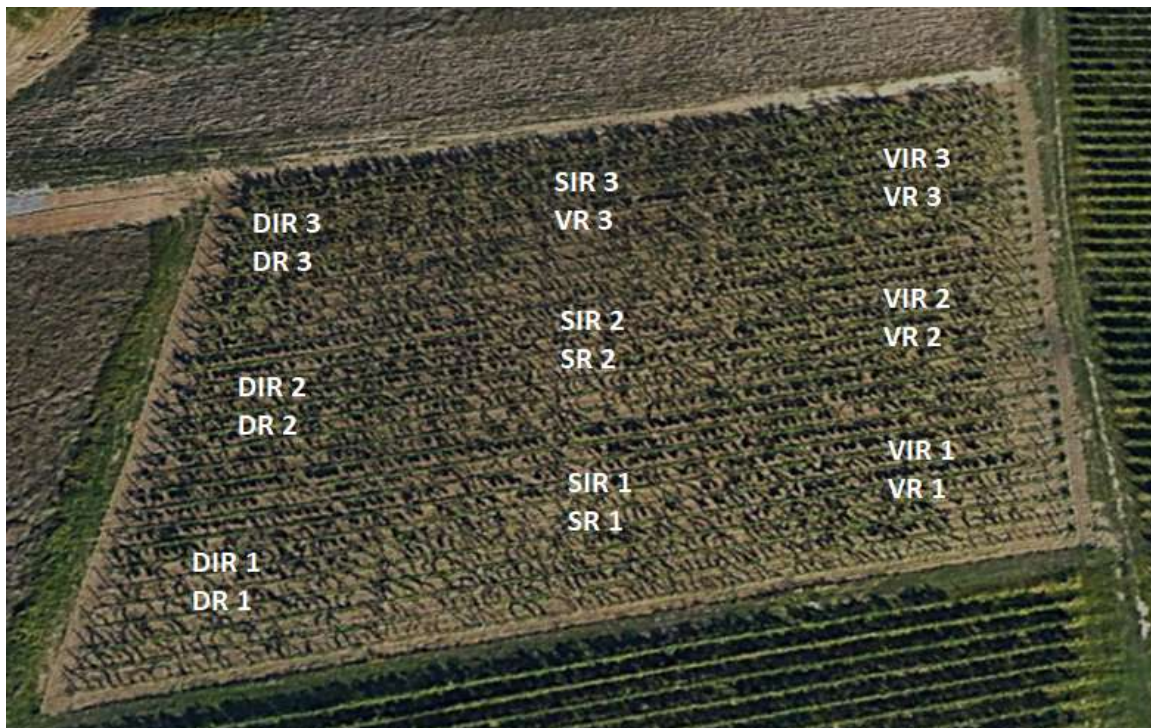
(Izvor: Google maps, 2023.)



### 3.2. Terenski rad

Uzorkovanje tla provedeno je 09.11.2022. u vinogradu pokušališta Jazbina Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Vinograd je star 11 godina i nalazi se na padini nagiba 14 %. Redovi su orijentirani niz padinu, a međuredni prostor je zatravljen.

Uzorci tla uzeti su pedološkom sondom s dubine 0 - 30 cm. Ukupno je uzeto 18 kompozitnih uzoraka tla, prema shemi prikazanoj na slici 3.2.1. Svaki kompozitni uzorak sastavljen je od 3 pojedinačna uzorka tla. Na svakom dijelu padine vrh (V), sredina (S), dno (D) uzeti su uzorci unutar reda (R) i između redova (IR), u 3 ponavljanja. Na vrhu padine unutar redova uzeti su uzorci označeni kao VR1, VR2 i VR3, a između redova VIR1, VIR2 i VIR3. Na sredini padine su uzorci unutar redova SR1, SR2 i SR3, a između redova SIR1, SIR2 i SIR3. Na dnu padine unutar redova su uzorci DR1, DR2 i DR3, a između redova DIR1, DIR2 i DIR3.



Slika 3.2.1. Shema uzorkovanja  
(Izvor: prilagođeno s Google Earth, 2023.)



### 3.3. Laboratorijski rad

Uzorci tla za određivanje fizikalnih i kemijskih svojstava pripremljeni su prema HRN ISO 11464: 2006. Uzorci su se sušili na zraku, a nakon toga su usitnjeni u mlinu i prosijani kroz sito promjera 2 mm. Tim postupkom se izdvojila sitnica tla (frakcija s česticama < 2 mm promjera), slike 3.3.1 i 3.3.2 koja se spremila u vrećicu na kojoj se navela oznaka lokacije i dubine uzorka.



Slika 3.3.1. Prosijavanje tla kroz sito  
(foto: Adelisa Smajć, 2023.)



3.3.2. Prikaz odvojenog skeleta (desno) i sitnice (lijevo)  
(foto: Adelisa Smajć, 2023.)

U uzorcima zrakušne sitnice tla određen je mehanički sastav tla pipet metodom (HRN ISO 11277: 2011), slike 3.3.3.i 3.3.4. Rezultati mehaničke analize tla prikazuju količinu ukupnog pijeska (2-0,063 mm), praša (0,063-0,002 mm) i gline (<0,002 mm) koje se interpretiraju prema FAO (2006) teksturnom trokutu.

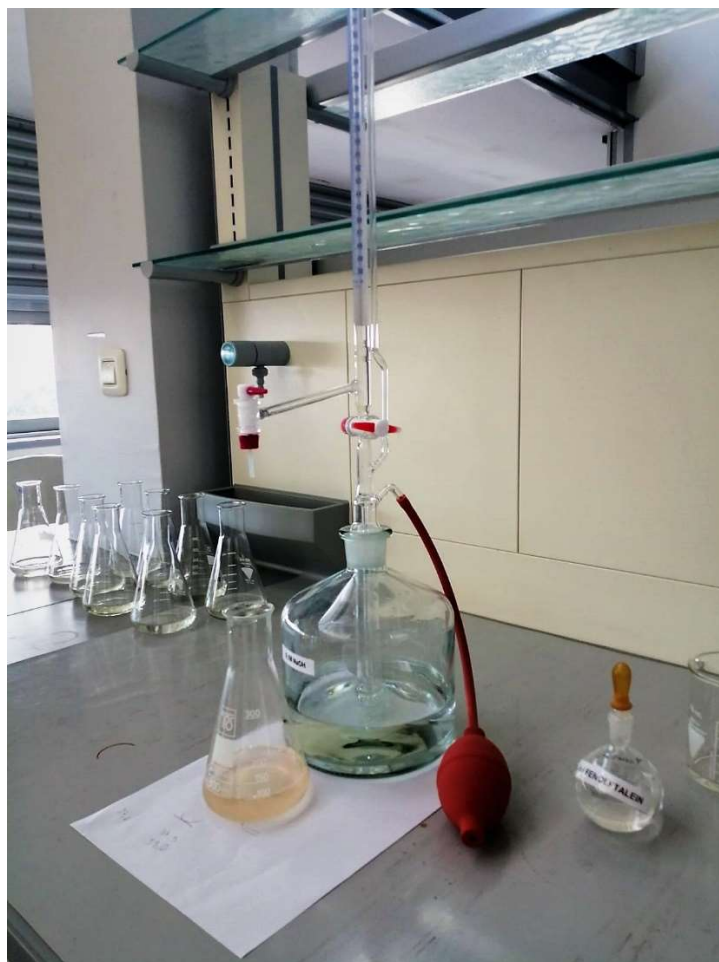


Slika 3.3.3. Postupak mokrog prosijavanja  
(foto: Adelisa Smajć, 2023.)



3.3.4. Cilindri za sedimentaciju pripremljeni za pipetiranje praša i gline  
(foto: Adelisa Smajć, 2023.)

Metodom po Kappenu (JDPZ, 1966) određen je kapacitet i stanje zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama. Količina baza sposobnih za zamjenu (S) određena je otapanjem tla u 0,1 M klorovodičnoj kiselini (HCl) uz titraciju filtrata s 0,1 mol/L natrijevom lužinom (NaOH) (slika 3.3.5.). Dodatnim izračunavanjem dobivaju se podaci o nezasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama (T-S), maksimalnom adsorpcijskom kapacitetu tla za baze (T) i stupnju zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama (V).



Slika 3.3.5. Postupak titracije filtrata s NaOH  
(foto: Adelisa Smajć, 2023.)

Metodom po Tjurinu (JDPZ, 1966) određen je sadržaj humusa u tlu. Metoda omogućuje spaljivanje organske tvari tla mokrim postupkom, uz dodatak kalijevog bikromata ( $K_2Cr_2O_7$ ) i kuhanjem uzorka, te određivanje prvobitnog sadržaja humusa hlađenjem i povratnim titriranjem sa 0,1 mol/L Mohrovom soli (slike 3.3.6. i 3.3.7.).



Slika 3.3.6. Uzorci sa dodanim kalijevim bikromatom ( $K_2Cr_2O_7$ )  
(foto: Nikolina Jurković Balog, 2023.)



Slika 3.3.7. Uzorci nakon kuhanja  
(foto: Nikolina Jurković Balog, 2023.)

Sve navedene analize provedene su u laboratoriju Zavoda za pedologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

## 4. Rezultati istraživanja i rasprava

### 4.1. Mehanički sastav tla

Mehanički sastav tla iznimno je važan pokazatelj kvalitete tla i njegove produktivnosti, te je važan čimbenik formiranja tla i dinamike tla (Sraka, 2019.). Pod pojmom teksture tla ili mehaničkog sastava tla podrazumijeva se postotno učešće pojedinih frakcija u tlu odnosno udio pijeska, praha i gline u tlu (Kisić 2012; Sraka, 2019.). Tekstura tla označava izmjerenu distribuciju veličina čestica ili udjele različitih raspona veličina čestica koje se pojavljuju u određenom tlu. Kao takva, ona je konstantni, prirodni atribut tla i onaj koji se najčešće koristi za karakterizaciju njegovog fizičkog sastava (Khudhair, 2019.) Tekstura utječe na skoro svaki segment korištenja tla, kako u poljoprivredi tako i u inženjerstvu, pa čak utječe i na ekosustav. Tekstura tla se smatra najvažnijim svojstvom tla, jer može utjecati na odnos tlo-voda, ishranu bilja i izmjenu plinova (Ritchey i sur., 2015.). Ima veliki ekološki značaj za biljke, budući da utječe na retenciju vode, prozračnost, hranjive tvari, toplinu i konzistenciju tla. Različiti stupnjevi usitnjenosti tla ubrzavaju ili usporavaju određene procese u tlu. O teksturi ovisi i propusnost tla za vodu, ona utječe i na vrijednost hidropedoloških konstanti, na izbor agromelioracijske mjere podrivanja ili krtične drenaže, ali i na zbijenost, te promjenu volumne gustoće tla. Mehanički sastav tla ima utjecaj na sva najvažnija mehanička, fizikalna i fizikalno-kemijska svojstva, te biljno-hranidbene značajke tla (Sraka, 2019.).

Rezultati istraživanja (tablica 4.1.1.) pokazuju da su svi uzorci tla iste teksture odnosno da je njihova teksturna klasa praškasto ilovasta. Kada je riječ o pojedinim frakcijama, sadržaj krupnog (2,0-0,2 mm) i sitnog pijeska (0,2-0,063 mm) te krupnog (0,063-0,02 mm), sitnog praha (0,02-0,002 mm) i gline (< 0,002 mm) razlikovao se prema položaju na padini. Najviša količina krupnog pijeska (3,2 %) zabilježena je na donjem dijelu padine u međuredu (DIR2), a najniža (0,8 %) na vrhu padine u međuredu (VIR3). Najviše sitnog pijeska (3,2 %) utvrđeno je na dnu padine u međuredu (DIR3) dok je najniža količina sitnog pijeska (0,2 %) zabilježena na vrhu padine u međuredu (VIR1). Najviša količina krupnog praha (39,0 %) utvrđena je na dnu padine u međuredu (DIR2), a najniža (32,8 %) na sredini padine u međuredu (SIR1). Najviši sadržaj sitnog praha (43,3 %) zabilježen na sredini padine u redu (SR1) i međuredu (SIR1) a najniža količina (38,8 %) zabilježena je na vrhu padine u redu (VR2).

Rezultati srednjih vrijednosti uzoraka tla uzetih unutar redova vinograda pokazuju kako je najniža količina krupnog pijeska na vrhu padine (1,20 %), a najviša na sredini padine (2,43 %). Količina sitnog pijeska najniža je na vrhu (1,17 %), a najviša na dnu padine (2,63 %). Krupnog praha ima najniže na sredini padine (34,90 %), a najviše na dnu padine (36,20 %), dok sitnog praha ima najniže na vrhu (40,30 %), a najviše na sredini padine (42,30 %). Kada je riječ o rezultatima uzoraka tla iz međurednog prostora, vrh padine prosječno sadrži najniže količine krupnog (1,03 %) i sitnog pijeska (1,13 %), dok se najviša količina krupnog pijeska nalazi na sredini padine

(2,47 %), a sitnog pijeska na dnu padine (2,60 %). Krupnog praha je najniže na sredini (35,23 %), a najviše na dnu padine (36,77 %). Prosječan sadržaj sitnog praha pokazuje suprotno od krupnog praha najviši sadržaj na sredini (42,27 %), a najniži na dnu padine (41,23 %). Treba napomenuti kako su razlike između srednjih vrijednosti svih frakcija tla na različitim reljefnim pozicijama vrlo male, unutar i između redova vinograda.

Ipak krupnog pijeska je bilo više u međuredu u odnosu na red uz izuzetak vrha padine, dok je sitnog pijeska bilo više u redu u odnosu na međured. Krupnog praha je bilo više u međuredu u odnosu na red uz izuzetak vrha padine. Sitnog praha ima više u međuredu u odnosu na red uz izuzetak dna padine. Navedeni rezultati ukazuju na minimalno odnošenje čestica tla s viših dijelova i taloženje na nižim dijelovima padine.

Tablica 4.1.1. Prikaz udjela pojedinih frakcija istraživanog tla uz teksturnu oznaku

Položaj na padini		Oznaka uzorka	Krupni pijesak(%) 2,0-0,2mm	Sitni pijesak(%) 0,2-0,063mm	Krupni prah(%) 0,063-0,02mm	Sitni prah(%) 0,02-0,002mm	Glina(%) <0,002	Teksturna oznaka
Vrh padine	Red	VR1	1,1	1,5	33,6	41,6	22,2	PrI
		VR2	1,2	1,7	38,5	38,8	19,8	PrI
		VR3	1,3	0,3	35,2	40,6	22,6	PrI
		<b>Srednja vrijednost</b>	<b>1,20</b>	<b>1,17</b>	<b>35,77</b>	<b>40,30</b>	<b>21,53</b>	
	Međured	VIR1	1,3	0,2	35,6	41,4	21,5	PrI
		VIR2	1,0	1,6	36,7	40,3	20,4	PrI
		VIR3	0,8	1,6	34,3	43,1	20,2	PrI
		<b>Srednja vrijednost</b>	<b>1,03</b>	<b>1,13</b>	<b>35,53</b>	<b>41,60</b>	<b>20,70</b>	
Sredina padine	Red	SR1	2,3	1,7	33,5	43,3	19,2	PrI
		SR2	2,4	2,4	37,3	40,7	17,2	PrI
		SR3	2,6	2,3	33,9	43,0	18,2	PrI
		<b>Srednja vrijednost</b>	<b>2,43</b>	<b>2,13</b>	<b>34,90</b>	<b>42,30</b>	<b>18,20</b>	
	Međured	SIR1	2,2	1,8	32,8	43,3	19,9	PrI
		SIR2	3,1	2,4	38,3	40,7	15,5	PrI
		SIR3	2,1	1,8	34,6	42,8	18,7	PrI
		<b>Srednja vrijednost</b>	<b>2,47</b>	<b>2,00</b>	<b>35,23</b>	<b>42,27</b>	<b>18,03</b>	
Dno padine	Red	DR1	1,7	2,4	34,9	42,5	18,5	PrI
		DR2	2,9	3,0	38,6	40,9	14,6	PrI
		DR3	1,9	2,5	35,1	42,1	18,4	PrI
		<b>Srednja vrijednost</b>	<b>2,17</b>	<b>2,63</b>	<b>36,20</b>	<b>41,83</b>	<b>17,17</b>	
	Međured	DIR1	1,6	2,2	36,2	42,1	17,9	PrI
		DIR2	3,2	3,2	39,0	40,0	14,6	PrI
		DIR3	2,2	2,4	35,1	41,6	18,7	PrI
		<b>Srednja vrijednost</b>	<b>2,33</b>	<b>2,60</b>	<b>36,77</b>	<b>41,23</b>	<b>17,07</b>	

Glina je najsitnija čestica tla (< 0.002 mm promjera). Najvećim dijelom nastaje kemijskim raspadanjem primarnih minerala (Vukadinović, 2019.). Sastoji se od minerala gline, čestica primarnih minerala koloidnih dimenzija i amorfnih koloida. Smatra se ključnom i najaktivnijom frakcijom krute faze tla. Količina gline i njezina osobnost utječu na kemijske, fizikalne i biološke karakteristike tla i na dinamiku tla (Kisić, 2012.). Jako je ljepljiva i plastična, nepropusna za vodu, ima veliku sposobnost vezanja vode, ali velika količina te vode nije pristupačna biljkama (Sraka, 2019.). Ima loše fizikalne značajke, dok su kemijske izvrsne, te ima veliki kapacitet adsorpcije (Špoljar, 2007.).

Unutar i između redova vinograda sadržaj gline smanjivao se od vrha prema dnu padine. Najviši sadržaj gline u uzorcima unutar reda (22,6 %) utvrđen je na vrhu (VR3), a najniži (14,6 %) na dnu padine (DR2). U međurednom razmaku maksimalna vrijednost gline (21,5 %) utvrđena je na vrhu (VIR1), a minimalna (14,6 %) na dnu padine (DIR2).

Srednje vrijednosti sadržaja gline po reljefnim pozicijama pokazuju smanjenje od vrha prema dnu padine u nizu 21,53 % > 18,20 % > 17,17 % unutar reda, kao i u međurednom razmaku 20,70 % > 18,03 % > 17,07 %. Kod usporedbe sadržaja gline u tlu unutar reda i u međuredu po pojedinim dijelovima padine nije bilo većih odstupanja u rezultatima, ali sadržaj gline je uvijek bio viši u redu u odnosu na međured. Navedeni rezultati su neočekivani, budući da je izostalo povećanje sadržaja čestica gline od vrha prema dnu padine uslijed erozije, utvrđeno u prethodnim istraživanjima većine autora. Khan i sur. (2013.) i Yeshaneh (2015.) utvrdili su više gline na donjim dijelovima padine u odnosu na gornje dijelove. Khan i sur. (2013) proveli su istraživanje na erodiranom tlu ilovaste teksture. Utvrdili su više gline na donjim dijelovima padine (20,39 %) u odnosu na gornje dijelove (9,48 %). To pripisuju procesu erozije koji odnosi čestice tla, te zaključuju da utjecaj nagiba povećava opseg erozije i na taj način dodatno pogoršava svojstva tla. Yeshaneh (2015.) je proveo istraživanje na erodiranom tlu pjeskovite glinaste ilovače u Etiopiji. Srednja godišnja količina oborina je 1100 mm s godišnjom srednjom maksimalnom i minimalnom temperaturom od 21,23 °C odnosno 9,57 °C. Sadržaj gline bio je najviši na najmanjem nagibu (27,08 %), a najniži sadržaj zabilježen je na najvećem nagibu (22,92 %). Dakle, sadržaj gline se povećavao od vrha prema dnu padine, što pripisuju djelovanju erozije.

Međutim, rezultati ovog istraživanja podudaraju se sa rezultatima istraživanja Magdića i sur. (2022.) koji su proveli istraživanje u vinogradu u Hrvatskoj, na pseudogleju, u uvjetima humidne klime. Autori su utvrdili viši sadržaj gline na višim položajima padine i pripisali to miješanju površinskog i podpovršinskog horizonta tla. Smatraju da se podpovršinski horizont s višim sadržajem gline dubokim oranjem pomiješao sa površinskim horizontom i na taj način poremetio prirodan profil tla i formirao novi horizont. Smanjivanje sadržaja čestica gline u ovom istraživanju od vrha prema dnu padine može se također pripisati dubokoj obradi tla i miješanju izvornog podpovršinskog horizonta (bogatijeg glinom) s površinskim koji je na vrhu padine plići uslijed odnošenja čestica tla erozijom. Također, Magdić i sur. (2022.) utvrdili su da nije bilo značajnih razlika unutar i između reda u sadržaju gline, a kao



mogući uzrok navode površinsku obradu međurednog prostora. Gu i sur. (2018.) na temelju svog istraživanja primijetili su da se sadržaj gline povećavao što su parcele duže bile pod vegetacijom. Navedeno potvrđuje i Ritter (2012.) koji u svom radu navodi kako je učinkovitost pokrova veća ukoliko je tlo pokriveno veći dio godine i na taj način stvara zaštitu od erozije. Vegetacijski pokrov prema mnogim istraživanjima smanjuje površinsko otjecanje koje izaziva eroziju (Jankauskas i sur., 2008; Telak i sur., 2021; Ahmed i sur., 2022.). Nadzemno lišće trave ublažava udarce kišnih kapi na tlo, dok stabljike trave povećavaju hrapavost površine što smanjuje kapacitet transporta. Sustavi korijena trave povećavaju stopu infiltracije tla i otpornost na eroziju kroz učinke povezivanja čestica tla u strukturne agregate. Nadzemni dijelovi trave uglavnom doprinose smanjenju površinskog otjecanja, dok je korijenje trave važno za smanjenje gubitka tla (Duan i sur., 2022.). Jankauskas i sur., (2008.) na temelju istraživanja zaključili su kako višegodišnje trave u potpunosti sprječavaju eroziju vodom, dok erozivno preventivni plodoredi trava i žitarica (67 % trave, 33 % žitarice) smanjuju gubitke u tlu za 75-80 % u odnosu na ratarski plodored, koji je sadržavao 17 % usjeva za oranje (krumpir), 33 % trava i 50 % žitarica. Navode i kako je žitno-travni plodored (33 % trava i 67 % žitarica) smanjio stope erozije tla za 23-24 %. Mirošević i Karoglan Kontić (2008.) navode kako biljni pokrov smanjuje eroziju gustom mrežom korijena koja prorasta tlo, poticanjem bolje penetracije oborinskih voda u tlo, te usporavanjem njihova toka po tlu.



## 4.2. Humus

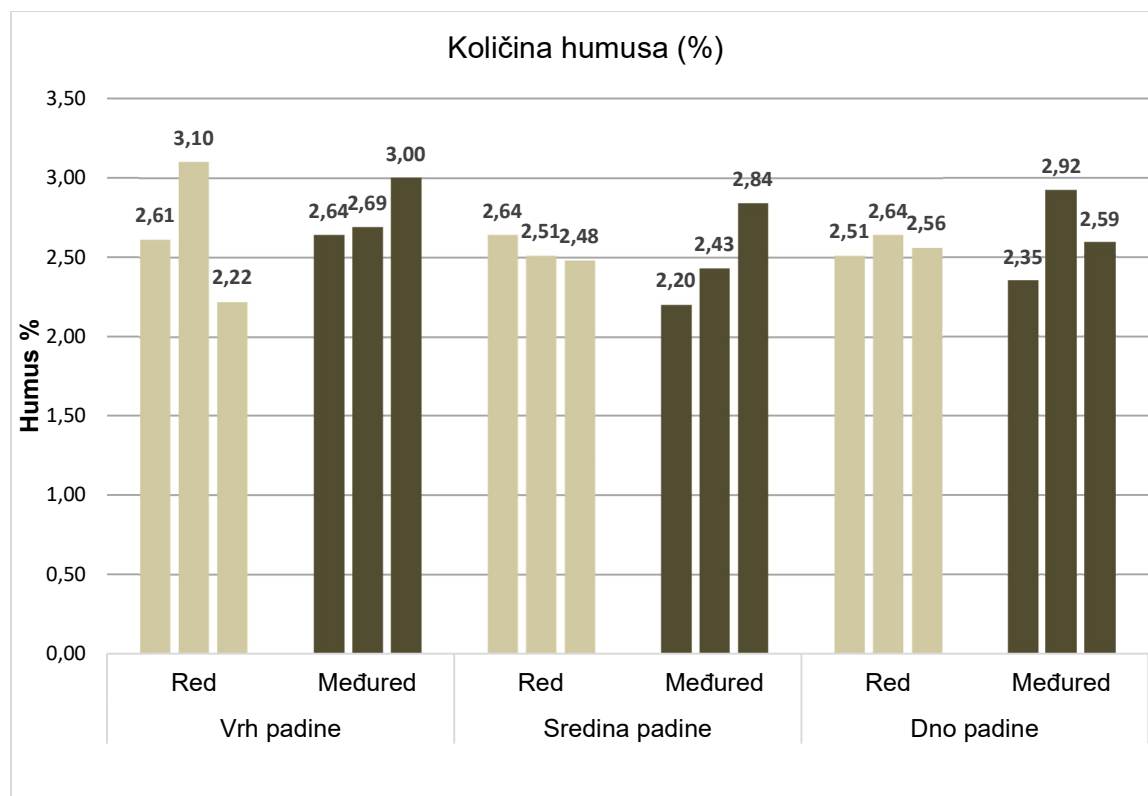
Humus je mrtva organska tvar, tamne boje, koja nastaje djelovanjem mikroorganizama, odnosno nastaje razgradnjom izvorne organske tvari do jednostavnijih spojeva, pa zatim njezinom ponovnom sintezom do visokomolekularnih spojeva. Smatra se osnovnom komponentom prirodne plodnosti tla i stabilizatorom organskog života na planeti Zemlji (Husnjak, 2014.). Sadržaj humusa u tlu rezultat je ravnoteže između dva mikrobiološka procesa: mineralizacije (proces u kojem se tlo osiromašuje humusom) i humifikacije (proces kojim se tlo obogaćuje humusom) (Kisić, 2012.). Humus ima višestruko pozitivnu ulogu u kemijskim, fizikalnim i mikrobiološkim značajkama tla. Pogoduje stvaranju stabilnih agregata tla, pozitivno utječe na strukturu tla, aeraciju, povećanje kapaciteta skladištenja vode, te pospješuje ritam infiltracije. Izvor je plodnosti tla, služi kao izvor energije za mikroorganizme u tlu i djeluje kao pufer protiv brzih promjena reakcije tla (Biško i sur., 2017.). Humus povećava kapacitet tla za sorpciju iona i na taj način poboljšava njegova puferna svojstva, stvara kompleksne spojeve (kelate) koje biljke mogu usvajati i na taj način vezani ioni metala nisu podložni ispiranju ili imobilizaciji (kemijska i biološka fiksacija) (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). S obzirom na količinu humusa tla se dijele na vrlo slabo humozna (do 1 % humusa), slabo humozna (1-3 %), dosta humozna (3-5 %), jako humozna (5-10 %) i vrlo jako humozna (više od 10 % humusa) (Kisić, 2012.).

Grafikon 4.2.1. prikazuje količinu humusa u tlu obzirom na položaj na padini, unutar i između redova vinograda. Maksimalna količina humusa u uzorcima tla unutar reda (3,10 %) utvrđena je na vrhu padine (uzorak VR2), gdje je ujedno utvrđena i minimalna količina humusa (uzorak VR3, 2,22 %). U međurednom razmaku najviša količina humusa (3,00 %) utvrđena je na vrhu padine (uzorak VIR3), a najniža (2,20 %) na sredini padine (uzorak SIR1). Srednje vrijednosti sadržaja humusa unutar reda, prema položaju na padini, pokazuju da je sadržaj humusa najviši u tlu na vrhu padine (2,64 %), zatim na dnu padine (2,57 %), a najniži na sredini padine (2,54 %). U tlu međurednog razmaka najveća srednja vrijednost humusa utvrđena je na vrhu padine (2,78 %), zatim na dnu padine (2,62 %), a najmanja na sredini padine (2,49 %). Minimalne razlike u sadržaju humusa između dijelova padine unutar i između reda, bez pravilnosti povećanja od vrha prema prema dnu, mogu se pripisati malom (14 %) nagibu neujednačenom duž cijele padine, te kratkoj dužini padine (100 m). Zbog navedenog vjerojatno je izostao očekivani utjecaj erozije u smislu povećanja sadržaja humusa u tlu na dnu padine. Također, ono što se u ovom istraživanju smatralo „dnom“ padine nije zaravnjeni dio, već se pad terena nastavlja, te je i taj položaj također podložan eroziji (Slika 3.2.1.). Prema sadržaju humusa, tlo na svakom od tri položaja na padini spada u slabo humozno tlo (1-3 %), uz izuzetak jednog uzorka na vrhu padine (VR2) gdje je količina humusa 3,10 %, što znači da se radi o dosta humozom tlu (3-5 %).

Ovi rezultati se podudaraju sa tvrdnjama Vukadinović i Vukadinović (2011.) da u pseudoglejnim tlima količina humusa iznosi od 1 do 3 %. Također, Bertić i sur.

(2006.) u svom istraživanju pseudogleja središnje Hrvatske na području Križevaca kroz tri vegetacije kukuruza navode kako je sadržaj humusa iznosio 2,1 %. Rezultati sadržaja humusa prema reljefnoj poziciji ne poklapaju se sa većim dijelom literaturnih navoda.

Khan i sur. (2013.) navode kako sadržaj humusa raste od vrha (prosječni sadržaj 0,92 %) prema dnu padine (prosječni sadržaj 1,52 %), te navedene rezultate pripisuju djelovanju erozije koja dovodi do premještanja organske tvari s gornjih dijelova na donje dijelove padine. Husnjak (2014.) navodi da na nagnutim terenima erozija uzrokuje odnošenje organskih čestica tla na donje dijelove gdje prekriva postojeća tla. Kisić i sur. (2005.) također navode da je u erozijskim nanosima uočena bolja opskrbljenost humusom. Rubinić i sur. (2015.) u svom radu navode kako erozija odnosi gornji sloj tla koji sadrži najveće količine hranjivih tvari, pa erodirane nakupine imaju viši sadržaj organske tvari i hraniva, što dovodi do većih prinosa usjeva na donjem dijelu padine. Međutim, Magdić i sur. (2022.) uočili su kako je sadržaj humusa na padini pseudoglejnog tla pod vinogradom značajno različit, a najviši sadržaj humusa lociran je na srednjem dijelu padine. Autori objašnjavaju kako je heterogenost svojstava tla duž pet proučavanih položaja padina posljedica erozije i procesa duboke obrade tla prije sadnje vinograda, jer dubokom obradom tla slojevi su promiješani do dubine od oko 50 cm što dovodi do atipičnih svojstava tla.



Grafikon 4.2.1. Količina humusa u tlu u ovisnosti od položaja na padini

Količina humusa u tlu na vrhu i na dnu padine prema prosječnim vrijednostima viša je u međuredu (vrh 2,78 %, dno 2,62 %) u odnosu na red (vrh 2,64 %, dno 2,57 %), dok je na sredini padine humusa nešto više u redu (2,54 %) u odnosu na međured (2,49 %). Višu količinu humusa u tlu međureda možemo pripisati zatravljenosti međurednog prostora. Pokrovni usjevi povećavaju sadržaj organske tvari u tlu, što poboljšava biološke, fizičke i kemijske uvjete tla u zoni ukorjenjivanja vinograda (McGourty i Reganold, 2005.).

Da pokrovni usjevi utječu na sadržaj organske tvari u tlu potvrđuju Hendgen i sur. (2020.) na temelju istraživanja kojim su utvrdili veći sadržaj organskog ugljika u međuredu u odnosu na red. Sadržaj organskog ugljika bio je nešto viši u međuredu sa srednjom vrijednosti od 1,35 % u usporedbi s površinom ispod trsa sa srednjom vrijednost od 1,13 % i traktorskom stazom srednje vrijednosti 1,17 %. Telak i sur. (2021.) u svom radu također navode kako je organske tvari bilo više na parcelama prekrivenim travom nego na obrađenim parcelama. Suprotne rezultate navode Magdić i sur. (2022.), koji bilježe viši sadržaj humusa u redu u odnosu na međured, a kao uzrok navode obradu tla u međurednom prostoru vinograda, što utječe na bržu mineralizaciju humusa u međuredu. Jelić i sur. (2008.) potvrđuju da obrada tla utječe na bržu mineralizaciju humusa.

### 4.3. Kapacitet i stanje zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama

Adsorpcija se definira kao sposobnost koloidnih čestica negativnog naboja da fizikalno-kemijskim silama na površinu vežu katione iz otopine tla na način da ih biljka preko korijena može usvojiti dovoljno čvrsto kako ne bi došlo do njihova ispiranja iz tla, te da u ekvivalentnim količinama zamjenjuju druge katione iz otopine tla (Kisić, 2012.). Skup organskih i mineralnih koloida tla koji na svojoj površini mogu vezati katione, naziva se adsorpcijski kompleks tla (Mutavdžić Pavlović, 2014.). Sila vezanja kationa za adsorpcijski kompleks ovisi o koncentraciji iona u otopini tla, o valenciji kationa i o afinitetu koloida za pojedine ione. Kationi koji imaju veću valenciju imaju i veću snagu vezanja na adsorpcijski kompleks uz izuzetak  $H^+$  iona. Ukoliko kationi imaju istu valenciju, kation sa većom atomskom težinom ima veću adsorpciju (Bensa i Miloš, 2011.).

Adsorpcijski kompleks utječe na biološke, kemijske i fizikalne karakteristike tla. Biljku opskrbljuje biogenim elementima, a postoji mogućnost i primanja eventualnog onečišćenja (Kisić, 2012.). Adsorpcijski kompleks tla predstavlja "skladište hrane za biljke" jer biljke iz njega koriste hraniva. Ukoliko je zasićenost bazama veća, one su slabije vezane i biljkama pristupačnije. A ukoliko je količina kationa u adsorpcijskom kompleksu manja, manja je i pristupačnost biljkama. Adsorpcijski kompleks tla ima veliki utjecaj na puferizacijsku sposobnost tla, plodnost tla, na dostupnost hraniva za biljke, te njihovu koncentraciju (Šimunić i sur., 2007.).

Prilikom ispitivanja stanja adsorpcijskog kompleksa tla u laboratoriju se utvrđuju sljedeće vrijednosti:

- S – suma za zamjenu sposobnih baza (mmol / 100 g tla)
- T – maksimalni adsorpcijski kapacitet tla za baze (mmol / 100 g tla)
- (T-S) – nezasićenost adsorpcijskog kompleksa tla (mmol / 100 g tla)
- V – stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama (%) (Mutavdžić Pavlović, 2014.).

Interpretacijske vrijednosti za određivanje stupanja zasićenosti adsorpcijskog kompleksa:

< 35 % - nizak stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa

35-65 % - osrednji stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa

> 65 % - visok stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa (Mutavdžić Pavlović, 2014.).

Rezultati u tablici 4.3.1. prikazuju kapacitet i stanje zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama u uzorcima tla unutar i između redova vinograda na različitim reljefnim pozicijama.

Tablica 4.3.1. Kapacitet i stanje zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama

Oznaka na padini		Oznaka uzorka	Adsorpcijski kompleks po Kappenu			
			S	T	T-S	V
		mmolekvivalenti H <sup>+</sup> /100 g tla			%	
Vrh padine	Red	VR1	13,3	21,6	8,3	61,6
		VR2	10,7	18,5	7,8	57,8
		VR3	11,6	20,2	8,6	57,4
		<b>Srednja vrijednost</b>	<b>11,9</b>	<b>20,1</b>	<b>8,2</b>	<b>58,9</b>
	Međured	VIR1	12,1	20,6	8,5	58,9
		VIR2	11,5	18,8	7,3	61,1
VIR3		14,1	20,1	6,0	70,1	
	<b>Srednja vrijednost</b>	<b>12,6</b>	<b>19,8</b>	<b>7,3</b>	<b>64,4</b>	
Sredina padine	Red	SR1	11,9	18,9	7,0	63,0
		SR2	11,2	17,4	6,2	64,5
		SR3	13,0	18,7	5,7	69,6
		<b>Srednja vrijednost</b>	<b>12,0</b>	<b>18,3</b>	<b>6,3</b>	<b>65,7</b>
	Međured	SIR1	11,7	19,6	8,0	59,4
		SIR2	8,1	17,4	9,3	46,7
SIR3		12,6	18,5	5,9	68,3	
	<b>Srednja vrijednost</b>	<b>10,8</b>	<b>18,5</b>	<b>7,7</b>	<b>58,1</b>	
Dno padine	Red	DR1	12,0	18,0	6,0	66,6
		DR2	8,7	18,1	9,4	48,0
		DR3	13,0	19,5	6,5	66,7
		<b>Srednja vrijednost</b>	<b>11,2</b>	<b>18,5</b>	<b>7,3</b>	<b>60,4</b>
	Međured	DIR1	10,3	17,1	6,8	60,1
		DIR2	10,1	17,6	7,5	57,5
DIR3		10,0	16,8	6,8	59,4	
	<b>Srednja vrijednost</b>	<b>10,1</b>	<b>17,2</b>	<b>7,0</b>	<b>59,0</b>	

Maksimalna vrijednost baza sposobnih za zamjenu (S) u uzorcima tla unutar reda iznosila je 13,3 mmol/100 g tla, a utvrđena je na vrhu padine (VR1). Minimalna vrijednost baza sposobnih za zamjenu u uzorcima tla unutar reda iznosila je 8,7 mmol/100 g tla i utvrđena je na dnu padine (DR2). U uzorcima tla iz međurednog razmaka maksimalna vrijednost (14,1 mmol/100 g tla) utvrđena je na vrhu padine (VIR3), dok je minimalna vrijednost (8,1 mmol/100g tla) utvrđena na sredini padine (SIR2). Ako usporedimo srednje vrijednosti S-a u uzorcima unutar i između redova, na vrhu padine vrijednost S viša je u međuredu (12,6 mmol/100 g tla) u odnosu na red (11,9 mmol/100 g tla), na sredini padine vrijednost je viša u redu (12,0 mmol/100 g tla) u odnosu na međured (10,8 mmol/100g tla) kao i na dnu padine gdje je vrijednost S viša u redu (11,2 mmol/100 g tla) u odnosu na međured (10,1 mmol/100 g tla). Srednje vrijednosti S prema položaju na padini pokazuju da je S unutar reda najviši na sredini padine (12,0 mmol/100 g tla), zatim na vrhu padine (11,9 mmol/100

g tla), a najniži na dnu padine (11,2 mmol/100 g tla), dok u međurednom razmaku opada od vrha padine (12,6 mmol/100 g tla), preko sredine (10,8 mmol/100 g tla) do dna (10,1 mmol/100 g tla).

Najviša vrijednost maksimalnog adsorpcijskog kapaciteta tla za baze (T) u uzorcima tla unutar reda iznosila je 21,6 mmol/100 g tla i utvrđena je na vrhu padine (VR1), a najniža (17,4 mmol/100 g tla), je utvrđena na sredini padine (SR2). U uzorcima tla međurednog razmaka najviša T iznosila je 20,6 mmol/100g tla (VIR 1), dok je najniža vrijednost T iznosila 17,1 mmol/100 g tla (DIR1). Ako usporedimo srednje vrijednosti T-a u uzorcima unutar i između redova, na vrhu i dnu padine vrijednost T viša je u redu dok je na sredini padine viša u međuredu. Srednja vrijednost maksimalnog adsorpcijskog kapaciteta tla za baze unutar reda najviša je na vrhu padine (21,6 mmol/100 g tla), zatim na dnu padine (18,5 mmol/100 g tla) i sredini padine (18,3 mmol/100 g tla). U tlu međurednog razmaka T vrijednosti pokazuju smanjenje od vrha prema dnu padine u nizu 19,8 mmol/100 g tla > 18,5 mmol/100 g tla > 17,2 mmol/100 g tla.

Kod vrijednosti nezasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla (T-S) u uzorcima tla unutar reda, najviša vrijednost (9,4 mmol/100 g tla) utvrđena je na dnu padine (DR2), dok je najniža vrijednost (5,7 mmol/100 g tla) utvrđena na sredini padine (SR3). U uzorcima tla međurednog razmaka maksimalna vrijednost nezasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla (9,3 mmol/100 g tla) utvrđena je na sredini padine (SIR2), dok je minimalna vrijednost (5,9 mmol/100 g tla) utvrđena također na sredini padine (SIR3). Kod usporedbe srednjih vrijednosti nezasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla u uzorcima unutar i između redova, na vrhu i na dnu padine vrijednost je viša u unutar reda, dok je na sredini padine vrijednost viša u međurednom razmaku. Srednja vrijednost nezasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla unutar reda najviša je na vrhu, zatim dnu i onda na sredini padine, dok je u međurednom razmaku vrijednost T najviša na sredini padine, zatim na vrhu i onda na dnu padine.

Maksimalna vrijednost stupnja zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama (V) u tlu unutar reda iznosila je 69,9 % i utvrđena je na sredini padine (SR3), dok je minimalna vrijednost V iznosila 48,0 % i utvrđena je na dnu padine (DR2). Maksimalna V vrijednost u uzorcima tla međurednog razmaka iznosila je 70,1 % i utvrđena je na vrhu padine (VIR3), a minimalna vrijednosti 46,7 % utvrđena je na sredini padine (SIR2). Stupanj zasićenosti AK tla bazama (V) u tlu na vrhu padine u redu kretao se od 57,4 do 61,6 % uz prosječnu vrijednost od 58,9%. U tlu na vrhu padine u međuredu su utvrđene više vrijednosti, u rasponu 58,9-70,1 % uz prosjek od 64,4 %. Na sredini padine u tlu unutar reda vinograda utvrđen je raspon 63,0-69,6 % uz prosjek od 65,7 %, dok je u tlu međureda utvrđen širi raspon (46,7-68,3 %) uz nižu prosječnu vrijednost od 58,1 %. U tlu unutar reda na dnu padine utvrđeno je variranje V vrijednosti od 48,0 do 66,7 %, s prosjekom od 60,4 %. U tlu međureda na dnu padine raspon V vrijednosti se kretao od 57,5 do 60,1 %, te u prosjeku iznosio 59,0 %. Ako usporedimo srednje vrijednosti stupnja zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama u uzorcima unutar i između redova, na vrhu padine vrijednost V je viša u međuredu u odnosu na red, dok je na sredini i dnu padine viša V vrijednost u redu. Srednje vrijednosti stupnja zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla

bazama po reljefnim pozicijama pokazuju da je sadržaj unutar reda najviši na sredini padine (65,7 %), zatim na dnu (60,4 %) i najniži na vrhu padine (58,9 %), dok je u međurednom razmaku najviša V vrijednost na vrhu padine (64,4 %), zatim na dnu (59,0 %) i onda na sredini padine (58,1 %). Dobiveni rezultati stupnja zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama (V) svih uzoraka tla u rasponu su od 46,7 do 70,1 %, što prema interpretacijskim vrijednostima znači da stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa u uzorcima tla varira od osrednjeg do visokog. Svi uzorci unutar reda na vrhu padine spadaju u osrednji stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa (35-65 %), kao i uzorci u međurednom razmaku (VIR1, VIR2) osrednji stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa, dok uzorak VIR3 ima visok stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa (> 65 %). Uzorci na sredini padine unutar reda (SR1, SR2) imaju osrednji stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa, dok uzorak SR3 ima visoki stupanj zasićenosti. U međurednom razmaku na sredini padine, uzorci SIR1 i SIR2 spadaju u osrednji stupanj zasićenosti, dok uzorak SIR3 ima visok stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa. Na dnu padine uzorci unutar reda (DR1, DR3) imaju visok stupanj zasićenosti, dok uzorak DR 2 ima osrednji stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa. Uzorci međurednog razmaka na dnu padine imaju osrednji stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa.

Rezultati u ovom istraživanju ne podudaraju se sa podacima Vukadinović i Vukadinović (2011.) koji navode kako u pseudoglejnim tlima zasićenost bazama ne prelazi 50 %. Rubinić i sur. (2015.) na temelju istraživanja provedenog na pseudogleju (obronačni, distrični), na nagibu obronka od 12 % uz prosječnu godišnju količinu oborina od 840 mm, u uvjetima prirodne vegetacije i povrtlarske proizvodnje, navode rezultate koji ukazuju kako je stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa nizak u svim uzorcima. Vidaček i Husnjak (2021.) također navode kako je kapacitet adsorpcije pseudogleja (pseudoglej zaravni i pseudoglej obrončni) osrednji i niski od 15-37 mmol ekv H<sup>+</sup> na 100 g tla, a stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama je nizak i osrednji. Međutim, Tomašić i sur., (2013.) navode kako je stupanj zasićenosti AK bazama u pseudogleju visok. Više vrijednosti stupnja zasićenosti bazama u odnosu na izvorna pseudoglejna tla u ovom istraživanju mogu se pripisati provedenoj kalcifikaciji tla.

Kada je riječ o vrijednosti kationske izmjene Yeshaneh (2015.) na temelju istraživanja provedenog na erodiranom tlu, na slivu Abuhoy Gar (Etiopija), ukupne površine sliva oko 615 hektara (250 hektara obrađenog i 365 hektara neobrađenog zemljišta), zaključuje kako je na vrijednost kationske izmjene značajno utjecao postotak nagiba pa je tako na višim položajima nagiba bila viša vrijednost kationske izmjene 17,58 cmol/kg, a niža pri dnu nagiba 14,60 cmol/kg. Autori navode kako tla s visokim sadržajem gline u podpovršinskom sloju i sadržajem organske tvari na većem nagibu imaju visoku sposobnost izmjene kationa. Moges i Holden (2008.) proveli su istraživanje u južnoj Etiopiji, točnije na slivu Umbulo na tlu ilovaste teksture, klima područja umjereno topla kišna. Cilj je bio utvrditi status hranjivih tvari na malim poljoprivrednim gospodarstvima s obzirom na klasu korištenja zemljišta (vrt, travnjak i polje) i položaj padine (gornji, srednji i donji). Najviša vrijednost kationske izmjene uočena je u vrtu, zatim na travnjaku, a najmanja u polju. Vrijednosti kapaciteta

kationske izmjene na donjem dijelu padine bile su značajno različite od onih na gornjem i srednjem dijelu. Sadržaj izmjenjivih kationa bio je niži na donjem dijelu padine u usporedbi s gornjim i srednjim dijelom. Autori navode kako kapacitet kationske izmjene ovisi o sadržaju organske tvari i sadržaju gline u tlu. Kako je sadržaj gline i sadržaj organske tvari bio niži na donjem dijelu padine kao i kapacitet kationske izmjene, zaključili su da kontinuirano taloženje sedimenta na nižim dijelovima padine smanjuje prikladnost tla za uzgoj.

Zbog velike molekularne veličine, humus može značajno povećati kapacitet kationske izmjene (McGourty i Reganold, 2005.). Da je adsorpcijski kompleks povezan sa sadržajem humusa i gline u tlu, možemo potvrditi i na temelju naših rezultata. Najviše količine gline i humusa utvrđene su na vrhu padine kao i količina baza sposobnih za zamjenu (S), vrijednost maksimalnog adsorpcijskog kapaciteta tla za baze (T) kao i vrijednosti nezasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla (T-S). Na vrhu padine sadržaj humusa, S i V vrijednosti više su u međuredu u odnosu na red, što potvrđuje važnost humusa za adsorpciju kationa.



## 5. Zaključak

Prema dobivenim rezultatima istraživanja utjecaja nagiba i zatravljenosti tla na parametre adsorpcijskog kompleksa pseudogleja može se zaključiti :

- Sadržaj čestica gline smanjivao se od vrha prema dnu padine, unutar i između redova. To se može pripisati dubokoj obradi tla i miješanju izvornog podpovršinskog horizonta (bogatijeg glinom) s površinskim koji je na vrhu padine plići uslijed odnošenja čestica tla erozijom.
- Sadržaj humusa bio je ujednačen duž padine u tlu unutar reda (2,54-2,64 %) i u međurednom razmaku (2,49-2,78 %), te nagib nije značajno utjecao na njega. Sadržaj humusa bio je veći u tlu zatravljenog međurednog prostora u odnosu na tlo unutar reda vinograda, što potvrđuje pozitivan utjecaj zatravljenosti na sadržaj humusa u tlu.
- Vrijednosti adsorpcijskog kompleksa tla ukazuju na povezanost sa sadržajem gline i humusa s obzirom da su vrijednosti adsorpcijskog kompleksa tla najveće na vrhu padine, gdje su utvrđene i maksimalne vrijednosti humusa i gline.

## 6. Literatura

1. Ahmed S., Umair A., Rahim M., Yunas M., Waheed A., Ali S., Farooqi M. H. (2022). Slope Steepness And Crop Vegetative Cover Impact On Soil And Water Losses Under High Rainfall Zone Of Pothowar. *NVEO-NATURAL VOLATILES & ESSENTIAL OILS Journal| NVEO*, 871-878.
2. Bensa A., Miloš B. (2011). Pedologija, kemijska svojstva tla. Međusveučilišni studij Split, Mediteranska poljoprivreda, autorizirana prezentacija.
3. 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. <https://d-nb.info/124056418X/34> Pristupljeno: 13.08.2023.
4. Biško A., Milinović B., Savić Z., Jurkić V., Slunjski S., Čoga L. (2017). Količina humusa u tlima za podizanje trajnih nasada u Hrvatskoj. *Pomologia Croatica: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva*, 21(3-4), 159-170. <https://hrcak.srce.hr/file/294221> Pristupljeno: 13.08.2023.
5. Derakhshan-Babaei F., Nosrati K., Mirghaed F. A., Egli M. (2021). The interrelation between landform, land-use, erosion and soil quality in the Kan catchment of the Tehran province, central Iran. *Catena*, 204, 105412.
6. Duan J., Liu Y. J., Wang L. Y., Yang J., Tang C. J., Zheng H. J. (2022). Importance of grass stolons in mitigating runoff and sediment yield under simulated rainstorms. *Catena*, 213, 106132.
7. Durán Zuazo V. H., Martínez J. F., Pleguezuelo C. R., Martínez Raya A., Rodríguez B. C. (2006). Soil-erosion and runoff prevention by plant covers in a mountainous area (SE Spain): implications for sustainable agriculture. *Environmentalist*, 26, 309-319. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10669-006-0160-4> Pristupljeno: 19.5.2023.
8. Food and agriculture organization of the United nations, FAO (2006), Rome. Guidelines for soil description, 4. Izdanje
9. Gu C., Mu X., Gao P., Zhao G., Sun W., Tatarko J., Tan X. (2018). Influence of vegetation restoration on soil physical properties in the Loess Plateau, China. *Journal of Soils and Sediments*, 19, 716-728.
10. Hendgen M., Döring J., Stöhrer V., Schulze F., Lehnart R., Kauer R. (2020). Spatial differentiation of physical and chemical soil parameters under integrated, organic, and biodynamic viticulture. *Plants*, 9(10), 1361.
11. HRN ISO 11277 (2011): Soil quality – Determination of particle size distribution in mineral soil material – Metod by sieving and sedimentation (ISO 11277:2009)
12. HRN ISO 11464 (2006): Soil quality - Pretreatment of samples for physico-chemical analysis (ISO 11464:2006)
13. Husnjak S. (2014.): Sistematika tala Hrvatske. Hrvatska sveučilišna naklada. Zagreb.

14. 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.
15. JDPZ (1966). *Kemijske metode istraživanja zemljišta*, Beograd
16. Jelić M., Dugalić G., Gajić B., Đalović I. (2008). Humus content in pseudogley soil depending on land use. *Research Journal of Agricultural Science*. 274-276. <https://agricultura.usabtm.ro/Simpo2007pdf/Parte%20II/Sectiunea%205/0505%20-%20Jelic%20Serbia%20-%20OK.pdf> Pristupljeno: 13.08.2023.
17. Khan F., Hayat Z., Ahmad W., Ramzan M., Shah Z., Sharif M., Mian I. A., Hanif M. (2013). Effect of slope position on physico-chemical properties of eroded soil. *Soil Environment* 32(1), 22 - 28
18. Khudhair M. F. (2019). Soil Texture. DOI: [10.13140/RG.2.2.23281.02404](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23281.02404). Pristupljeno: 10.07.2023.
19. Kisić I., Bašić F., Butorac A., Mesić M., Nestroy O., Sabolić M. (2005). Erozija tla vodom pri različitim načinima obrade. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
20. Kisić I. (2012.): *Sanacija onečišćenoga tla*. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
21. Liu R., Pan Y., Bao H., Liang S., Jiang Y., Tu H., Nong J., Huang W. (2020). Variations in soil physico-chemical properties along slope position gradient in secondary vegetation of the hilly region, Guilin, Southwest China. *Sustainability*, 12(4), 1303.
22. López-Vicente M., Calvo-Seas E., Álvarez S., Cerdà A. (2020). Effectiveness of Cover Crops to Reduce Loss of Soil Organic Matter in a Rainfed Vineyard" *Land* 9, no. 7: 230.
23. Magdić I., Safner T., Rubinić V., Rutić F., Husnjak S., Filipović V. (2022) Effect of slope position on soil properties and soil moisture regime of Stagnosol in the vineyard. *Journal of Hydrology and Hydromechanics* 70 (1), 62-73
24. McGourty G. T., Reganold J. P. (2005). Managing vineyard soil organic matter with cover crops. In *Proceedings of the soil environment and vine mineral nutrition symposium* (pp. 145-151). Davis, CA.: American Society for Enology and Viticulture. [https://www.researchgate.net/publication/265112850\\_Managing\\_Vineyard\\_Soil\\_Organic\\_Matter\\_with\\_Cover\\_Crops](https://www.researchgate.net/publication/265112850_Managing_Vineyard_Soil_Organic_Matter_with_Cover_Crops) Pristupljeno: 13.08.2023.
25. Mirošević N., Karoglan Kontić J. (2008). *Vinogradarstvo*. Nakladni zavod Globus, Zagreb.
26. Moges A., 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.
27. Mrežna stranica Agronomskog fakulteta. <https://www.agr.unizg.hr/hr/group/209/Poku%C5%A1ali%C5%A1te+Jazbina> Pristupljeno: 10.06.2023.

28. Mutavdžić Pavlović D. (2014). 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. [https://www.fkit.unizg.hr/download/repository/skripta-Kem\\_i\\_biokem\\_procesi.pdf](https://www.fkit.unizg.hr/download/repository/skripta-Kem_i_biokem_procesi.pdf) Pristupljeno: 20.04.2023.
29. Pajač Živković I., Britvec M., Pajač M., Vitasović Kosić I., Karoglan Kontić J., Ostojić Z., Ljubičić I. (2012). Samonikla flora pokušališta "Jazbina" u Zagrebu. *Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva*, 74(4), 173-188. <https://hrcak.srce.hr/file/143899> Pristupljeno: 10.06.2023.
30. Ritchey E. L., McGrath J. M., Gehring D. (2015). Determining Soil Texture by Feel. *Agriculture and Natural Resources Publications*. 139. [https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1139&context=anr\\_reports](https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1139&context=anr_reports) Pristupljeno: 09.06.2023.
31. Ritter J. (2012) Soil erosion – Causes and effects. Factsheet, Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Ontario
32. Rubinić V., Šipek M., Bensa A., Husnjak S., Lazarević B. (2015). Utjecaj načina korištenja zemljišta i nagib terena na svojstva tla – primjer pseudogleja na obronku u Donjoj Zelini. *Agronomski glasnik*. 77 (1-2), 3-22. <https://hrcak.srce.hr/file/225111> Pristupljeno: 13.08.2023.
33. Sraka M. (2019). Fizika tla. Agronomski fakultet. Sveučilište u Zagrebu
34. Šimunić I., Špoljar A., Peremin Volf T. (2007). Vježbe iz tloznanstva i popravka tla, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima. [https://www.vguk.hr/upload/E\\_skripte/Vjezbe\\_iz\\_Tloznanstva\\_i\\_popravka\\_tla.pdf](https://www.vguk.hr/upload/E_skripte/Vjezbe_iz_Tloznanstva_i_popravka_tla.pdf) Pristupljeno: 16.08.2023.
35. Špoljar A. (2007). Tloznanstvo i popravak tla, I. dio. Visoko gospodarsko učilište u Križevcima [https://www.vguk.hr/upload/E\\_skripte/Tloznanstvo\\_i\\_popravak\\_tla\\_I\\_dio.pdf](https://www.vguk.hr/upload/E_skripte/Tloznanstvo_i_popravak_tla_I_dio.pdf) Pristupljeno: 29.07.2023.
36. Špoljar A. (2016). Proces degradacije tla. Odabrano poglavlje iz predmeta Konzervacijska poljoprivreda. Visoko gospodarsko učilište u Križevcima <https://www.vguk.hr/multimedia/Obdf1dc1360d2f35b68ffcdcbcf83517f91a0eb5905b11b62f814bd0249d4ef3c8e7beb1547202067.pdf> Pristupljeno: 28.05.2023.
37. Tashkuziev M., Shadieva N. (2021). Conditions and factors of humus formation in soils of mountain and foothill. *E3S Web of Conferences*. Vol. 284. EDP Sciences, 2021. [https://www.e3sconferences.org/articles/e3sconf/pdf/2021/60/e3sconf\\_tpacee2021\\_02008.pdf](https://www.e3sconferences.org/articles/e3sconf/pdf/2021/60/e3sconf_tpacee2021_02008.pdf) Pristupljeno: 15.06.2023.
38. Telak L. J., Pereira P., Bogunovic I. (2021). Management and seasonal impacts on vineyard soil properties and the hydrological response in continental Croatia. *Catena*, 202, 105267.

39. Tomašić M., Zgorelec Ž., Jurišić A., Kisic I. (2013). Cation exchange capacity of dominant soil types in the Republic of Croatia. *Journal of Central European Agriculture*.  
[https://icea.agr.hr/articles/774521\\_CATION\\_EXCHANGE\\_CAPACITY\\_OF\\_DOMINANT\\_SOIL\\_TYPES\\_IN\\_THE\\_REPUBLIC\\_OF\\_CROATIA\\_en.pdf](https://icea.agr.hr/articles/774521_CATION_EXCHANGE_CAPACITY_OF_DOMINANT_SOIL_TYPES_IN_THE_REPUBLIC_OF_CROATIA_en.pdf)  
Pristupljeno: 16.08.2023.
40. Vidaček Ž., Husnjak S. (2021). Factors of origin, pedological characteristics, use and soil cultivation in Petrinja and Glina area. *Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva*, 83(3), 93-120.  
<https://hrcak.srce.hr/file/399331> Pristupljeno: 16.08.2023.
41. Vukadinović V. (2019). Pedologija i mikrobiologija tla, fizikalna svojstva tla. Autorizirana prezentacija.
42. Vukadinović V., Vukadinović V. (2011). Ishrana bilja, Poljoprivredni fakultet u Osijeku. [https://tlo-i-biljka.eu/Gnojidba/Ishrana\\_bilja\\_2011.pdf](https://tlo-i-biljka.eu/Gnojidba/Ishrana_bilja_2011.pdf) Pristupljeno: 29.07.2023.
43. Yeshaneh G. T. (2015). Effect of slope position on soil physico-chemical properties with different management practices in small holder cultivated farms of Abuhoy Gara Catchment, Gidan District, North Wollo. *Am J Environ Protect*, 3(5), 174-179.
44. Zec Vojinović M. (2017). Vodič kroz osnove primjene biljnog pokrova u međurednom prostoru vinograda. „Sjeverna Istra“ Novigrad  
[https://www.lag-sjevernaistra.hr/wp-content/uploads/2016/11/2018\\_VODIC\\_pokrovni\\_usjevi\\_za\\_web.pdf](https://www.lag-sjevernaistra.hr/wp-content/uploads/2016/11/2018_VODIC_pokrovni_usjevi_za_web.pdf)  
Pristupljeno: 15.05.2023.

## **Životopis**

Adelisa Smajić rođena je 20.02.1998. u Zagrebu. Osnovnu školu Šćitarjevo u gradu Velika Gorica završila je 2013. godine te je iste godine upisala Prehrambeno-tehnološku školu u Zagrebu, smjer tehničarka nutricionistkinja koju završava 2017. godine. 2018. godine upisuje Agronomski fakultet u Zagrebu, smjer Agroekologija. Studij završava 2021. godine i stječe akademski naziv Sveučilišna prvostupnica inženjerka agroekologije (univ. bacc. ing. agr.). Iste godine upisuje diplomski studij Agroekologija – Agroekologija na Agronomskom fakultetu. Tijekom svog fakultetskog obrazovanja radi studentske poslove, a rekreativno se bavi rolanjem i biciklizmom.