

Boja tla - pokazatelj svojstava i produktivnosti tla

Matasović, Maja

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:927893>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-11**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI U OSIJEKU

Maja Matasović

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Hortikultura

Boja tla – pokazatelj svojstava i produktivnosti tla

Završni rad

Osijek, 2020.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI U OSIJEKU

Maja Matasović

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Hortikultura

Boja tla – pokazatelj svojstava i produktivnosti tla

Završni rad

Osijek, 2020.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI U OSIJEKU

Maja Matasović

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Hortikultura

Boja tla – pokazatelj svojstava i produktivnosti tla

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. prof. dr. sc. Vesna Vukadinović, mentor
2. prof. dr. sc. Irena Jug, član
3. prof. dr. sc. Boris Đurđević, član

Osijek, 2020.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Hortikultura

Završni rad

Maja Matasović

Boja tla – pokazatelj svojstava i produktivnosti tla

Sažetak: Boja tla je morfološko svojstvo ovisno o kemijskom i mineraloškom sastavu, pedogenetskim procesima i vlažnosti. Osnovne boje tla su: crna, crvena i bijela. Tla nisu iste boje cijelom dubinom. Svaki horizont je drugačije nijanse pa tako i tipovi tala uz specifičnu građu posjeduju i specifične nijanse boja. U pravilu površinski slojevi tala su tamniji, jer sadrže više humusa. Anketiranja poljoprivrednika pokazala su da ih tamne boje tla asociraju na plodna i visokoproduktivna tla, a svjetlije i crvene na tla s nizom problema.

Ključne riječi: boja tla, produktivnost tla, humus

25 stranica, 5 tablica, 5 slika, 26 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Undergraduate university study Agriculture, course Horticulture
Maja Matasović

BSc Thesis

Soil colour – indicator of soil properties and productivity

Summary: Soil color is a morphological property depending on chemical and mineral composition, pedogenetic processes and moisture. The basic colors of the soil are: black, red and white. The soils are not the same color throughout the depth. Each horizon has different shades, so soil types also have specific color shades in addition to their specific structure. As a rule, the surface layers of the soil are darker, because they contain more humus. Surveys of farmers have shown that dark soil colors associate them with fertile and highly productive soils, and lighter and red ones with soils a many problems.

Keywords: soil colour, soil productivity, humus

25 pages, 5 tables, 5 figures, 26 references

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agriculture in Osijek and in digital repository of Faculty of Agriculture in Osijek

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Cilj rada.....	2
2. MATERIJAL I METODE.....	3
2.1. Terenska istraživanja	3
2.1.1. <i>Određivanje boje tla</i>	4
2.1.2. <i>Određivanje teksture tla probom prstima</i>	6
2.2. Laboratorijska istraživanja.....	8
2.2.1. <i>Određivanje mehaničkog sastava i teksture tla</i>	8
2.2.2. <i>Određivanje reakcije tla</i>	9
2.2.3. <i>Određivanje sadržaja humusa</i>	10
2.2.4. <i>Određivanje AL-P₂O₅ i AL-K₂O</i>	11
3. REZULTATI I RASPRAVA	12
3.1. Boja tla.....	12
3.2. Svojstva tla.....	16
4. ZAKLJUČAK	21
5. POPIS LITERATURE	23

1. UVOD

Tlo je kao najvažniji ljudski resurs u proizvodnji hrane izloženo različitim utjecajima što najčešće ima negativne posljedice za njegovo zdravlje, a time i produktivnost. Stoga je vodilja pri izradi ovog završnog rada bila prikazati kako poznavanje različitih nijansi boje tla može predstavljati jednu od najkorisnijih mjera u praćenju i procjeni zdravlja tla.

Boja tla je morfološko svojstvo koje se brzo i lako uočava na proizvodnim površinama, naročito ako nema vegetacije. To je svojstvo koje ovisi o mineraloškom i kemijskom sastavu tla, vodnom režimu, a može ukazati na aeriranost, sadržaj organske tvari, produktivnost i intenzitet klimatskih promjena (Thwaites, 2016.).

Kvaliteta tla, prema SWMRG (2003.), predstavlja njegovu sposobnost da bude funkcionalno u granicama koje pred njega stavlja ekosustav kako bi se zaštitila i očuvala biološka aktivnost okoliša te očuvao sav biljni i životinjski svijet. Ona se na terenu može procijeniti pomoću fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava. Među njima značajne pozicije zauzimaju tekstura i struktura tla, dubina i poroznost, boja te sadržaj organske tvari. Sva ova svojstva su pod utjecajem farmera, odnosno poljoprivrednika koji žele koristiti lokalne strategije upravljanja plodnošću tla u svojim zajednicama.

de Souza Mello Bicalho i Guimaraes Peixoto (2016.) prezentirali su rezultate opsežne ankete provedene među poljoprivrednicima. Odgovori na pitanje što im znači plodno i dobro tlo su bili kompleksni. Poljoprivrednici smatraju da su tla crne ili izražene tamne boje izuzetno plodna. S druge strane, siromašna tla povezuju s bijelom i crvenom bojom te nizom problema s teksturom, sadržajem humusa, suviškom ili manjkom vode. Osim toga u kriterije za razlikovanje produktivnih od neproduktivnih tala poljoprivrednici uključuju godišnje prinose usjeva, jednostavnost obrade, zadržavanje vlage te boju tla. Zanimljivi su i rezultati istraživanja koje su Murage i sur. (2000.) proveli u Keniji. Pri određivanju cilja istraživanja vodila ih je činjenica da sigurnost hrane koja se proizvodi u istočnoafričkom gorju ovisi isključivo o produktivnosti zemljišta kojim upravljaju mali posjednici, a koji su prisiljeni suočavati se s vrlo teškim izazovima u održavanju plodnosti svojih proizvodnih parcela. Istraživanje je trebalo pokazati kakvu percepciju imaju poljoprivrednici o plodnosti tla. Kriteriji poljoprivrednika za razlikovanje produktivnosti tla uključivali su performanse usjeva, nagib tla, vlagu i boju te

prisutnost korova i štetnika u tlu. Svi poljoprivrednici (njih 100 %) smatrali su razlozima niske plodnosti neadekvatnu uporabu organskih i mineralnih gnojiva te uklanjanje žetvenih ostataka. Za 83 % anketiranih to su usjevi u monokulturi, za 66 % nedostatak plodoreda, a za 42 % erozija tla. Zaključak je da su plodnija, odnosno produktivnija tla bila tamnije boje, imala znatno viši pH, više koncentracije izmjenjivih kationa i raspoloživog fosfora.

1.1. Cilj rada

Cilj završnog rada je:

- odrediti boju tla na različitim lokacijama
- utvrditi u kolikoj mjeri boja tla ukazuje na slabiju produktivnost poljoprivrednih tala i eventualne degradacijske procese.

2. MATERIJAL I METODE

U izradi rada korišteni su podaci s 27 lokacija u Slavoniji i Baranji. U površinskim horizontima određena je boja tla pomoću Munsellovog atlasa boja te su uzeti uzorci za laboratorijske analize. Determinacija tipova tala na istraživanim lokacijama izvršena je prema hrvatskoj klasifikaciji (Bašić, 2013.; Husnjak, 2014.).

2.1. Terenska istraživanja

Svrha terenskih istraživanja je na odabranim područjima uočiti specifičnosti u skladu s postavljenim ciljem i očekivanim rezultatima. Za procjenu produktivnosti poljoprivrednog zemljišta osim laboratorijskih analiza važno je i prepoznati te odrediti morfološka svojstva na terenu, odnosno u poljskim uvjetima.

Morfološka svojstva tala rezultat su njihove evolucije te pedogenetskih procesa i činitelja (Živković i Đorđević, 2003.). Pri obilasku terena potrebno je u terenski dnevnik upisati sva opažanja za obje skupine morfoloških svojstava (Špoljar, 2015.; Belić i sur., 2014.; Dugalić i Gajić, 2005.;).

a) Ektomorfološka ili vanjska morfološka svojstva su:

- reljef - izgled Zemljine površine s pozitivnim (uzvišenja) i negativnim (depresije) formama;
- živi pokrov može biti antropogeni (poljoprivredne proizvodne površine), prirodni (šume, livade, makija) ili tlo može biti golo, odnosno bez vegetacije;
- mrtvi pokrov čine odumrli organski ostaci (granje, lišće i sl.), voda koja se dulje vrijeme zadržava na površini i skelet;
- u terenski dnevnik unose se i podaci o: geografskoj poziciji (koordinate), nadmorskoj visini, ekspoziciji, inklinaciji, načinu korištenja zemljišta.

b) Endomorfološka ili unutarnja morfološka svojstva daju potrebne podatke o genezi tla i njegovim svojstvima:

- građa profila - broj i debljina genetskih horizonata;
- dubina može biti: ekološka (dubina u kojoj je glavina korijena), pedološka (debljina svih horizonata do matične podloge) i tehnička (dubina pojedinih agrotehničkih zahvata);
- tekstura - određuje se probom prstima;
- kod ocjene strukture bitno je odrediti njen tip (zrnata, agregatna ili grudasta) te veličinu agregata. Najpovoljniji agregati s agronomskog stajališta, prema Dugaliću i Gajiću (2005.), su mrvičasti i graškasti (veličine od 0,25 do 10 mm);
- osnovne boje tla su crna, crvena i bijela. Rezultat su kemijskog i mineraloškog sastava tla;
- specifične novotvorevine ili pedodinamske tvorevine predstavljaju skupinu tvari nastalih tijekom pedogenetskih procesa, a mogu biti kemijskog ili biološkog porijekla. To su npr. nakupine lakotopivih soli, gipsa, kalcijevog karbonata, silicijevog dioksida, seskvi oksida, krotovine, koproiliti i sl.

2.1.1. Određivanje boje tla

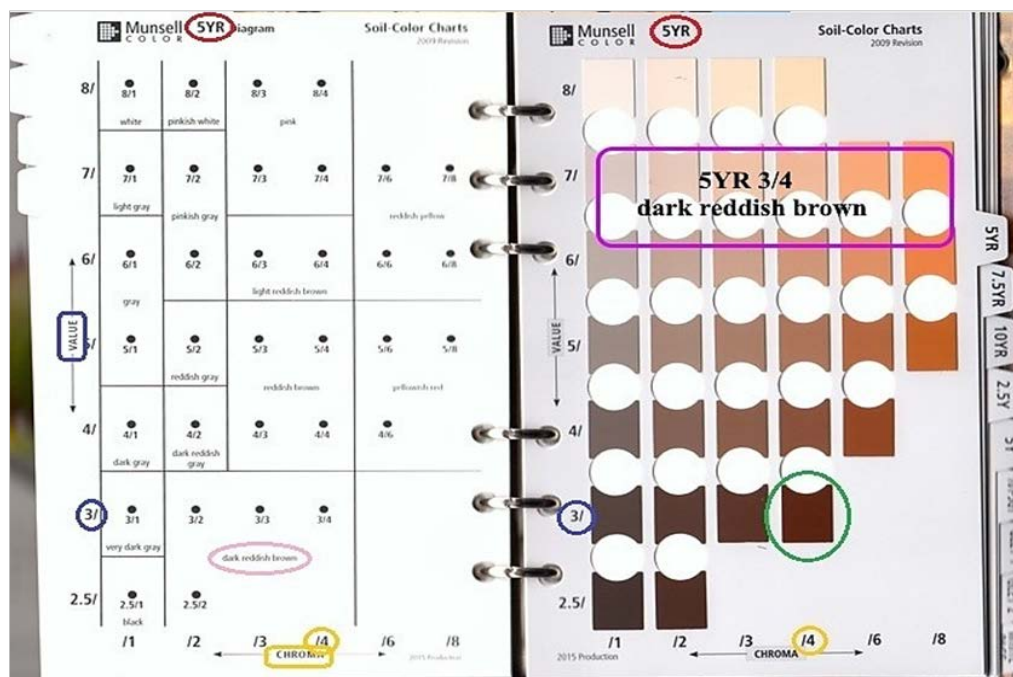
Za određivanje boje tla najčešće se, prema Pernaru i sur. (2013.), koristi modifikacija Munsellovog atlasa boja (slika 1.) (eng. *Munsell Soil Color Charts*).

Ocjena boje daje se na temelju 3 parametra: nijansa (eng. *hue*), svjetlina (eng. *value*) i intenzitet/saturacija (eng. *chroma*). Određivanje se vrši tako da se uzorak tla u zračno suhom ili vlažnom stanju (sadržaj vlage oko PVK) vizualno uspoređuje sa setovima boja u atlasu (slika 2.) te se određuje kombinacija slova i brojeva (npr. 5YR 3/4, kao što je prikazano na slici 1.)

Sánchez-Marañóni sur. (2005.) navode da je nijansa (hue) osnovna boja tla, odnosno jedna od osnovnih boja prema kojoj se odabire u atlasu stranica s odgovarajućim setom boja. Označena je slovima pa tako R predstavlja crvenu boju, Y žutu, a YR žuto crvenu, odnosno narančastu. Svjetlina (value) je u rasponu od 0 do 10 što znači da je potpuno tamna nijansa kada je vrijednost 0. Intenzitet boje (chroma) kreće se od 0 do 8. Thwaites (2016.) napominje kako vlaženje može

potamniti boju. Povećanjem količine vode vrijednost svjetline boje (value) tla raste do 3 jedinice, a intenzitet (chroma) do 2 jedinice.

Na slici 1. prikazan je primjer određivanja boje za jedan uzorak tla. Prvo je odabrana osnovna boja 5YR ili žuto crvena, jer je najbliža boji uzorka tla.



Slika 1. Detalj iz Munsellovog atlasa za određivanje boje tla

(Izvor: <https://www.forestrytools.com.au/index.php?id=1196>)

Zatim se određuje *value*, odnosno svjetlina boje prikazana u lijevom stupcu. Plavom bojom je zaokružen broj 3 jer je najbliži uzorku. Sljedeći korak je određivanje intenziteta uzorka (*chrome*). Odabrani intenzitet je označen žutom bojom (4). Naposljetku, dobiveni rezultat je točna boja tla, a u danom primjeru ona je: 5YR 3/4. Opisno to je tamno crvenkasto smeđa (eng. *dark reddish brown*).

Ukoliko na polju nije dostupan atlas za određivanje boje niti bilo kakav drugi uređaj potrebno je uzeti uzorak te u laboratoriju odrediti boju. Prema Bunningu i sur. (2016.) u takvoj situaciji moguće je prije uzimanja uzorka tla odrediti boju temeljem subjektivne procjene. Potrebno je

odlomiti dio pokorice s površine tla kako bi tlo za opisivanje bilo svježije. U terenski dnevnik zabilježi se u kakvom je stanju uzorak (suh ili vlažan). Suhi uzorak je potrebno ovlažiti s nekoliko kapi vode i pričekati da se ravnomjerno navlaži. Uz odgovarajuće Sunčevo osvjetljenje određuje se dominantna boja (crna, crvena ili bijela). Ako postoje naznake još neke boje ona se uvodi kao sekundarna boja. Ovim načinom se dobije približna procjena boje.



Slika 2. Određivanje boje tla na terenu pomoću Munsellovog atlasa

(Izvor: Munsell Color)

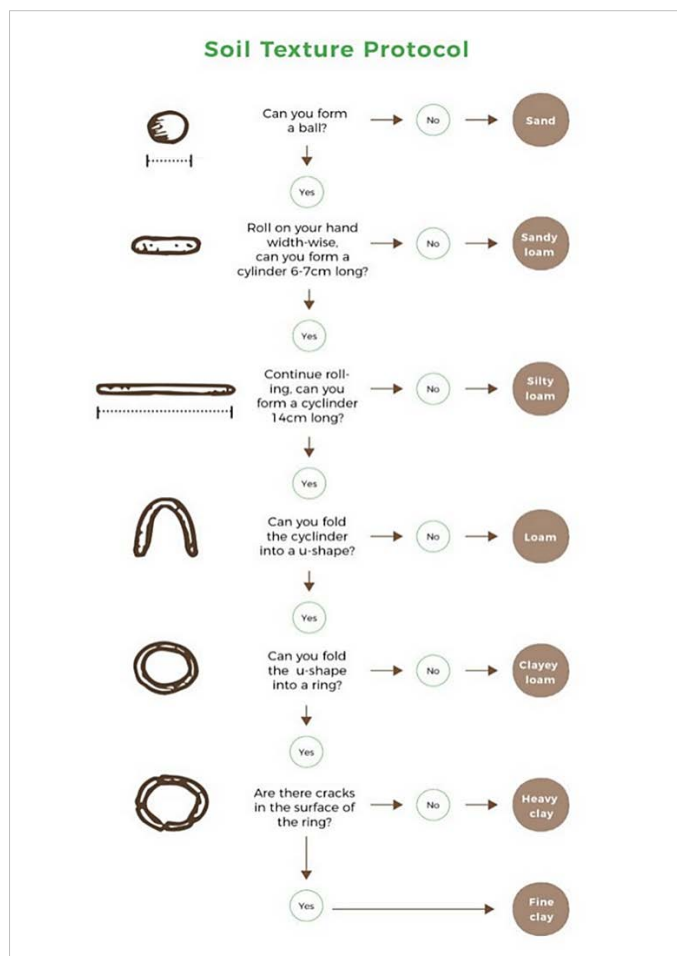
2.1.2. *Određivanje teksture tla probom prstima*

Tekstura tla je udio čestica tla (pijeska, praha i gline) u masi tla. O njoj, između ostalog, ovisi obrada tla, količina vode i zraka te njihov ulazak i kretanje u tlu.

U poljskim uvjetima moguće je na relativno jednostavan način odrediti teksturu tla probom prstima (slika 3.) držeći se protokola.

Postupak se sastoji u tome da se u ruku uzme mala količina tla odgovarajuće vlage (najbolje oko PVK) i modelira ili oblikuje prstima. Moguće je odrediti 7 teksturnih klasa: *pijesak* nije moguće

modelirati, *pjeskovita ilovača* (valjak duljine 6 - 7 cm), *praškasta ilovača* (valjak duljine 14 cm), *ilovača* (valjak duljine 14 cm se može saviti u oblik potkove bez pucanja), *glinasta ilovača* (od potkove se formira prsten), *teška glina* je kada nastali prsten puca na vanjskim rubovima, a ako se od tankog valjčića napravi prsten bez pukotina na rubovima tada se radi o *finoj glini*.



Slika 3. Određivanje teksture tla probom prstima
(Izvor: GrowObservatory)

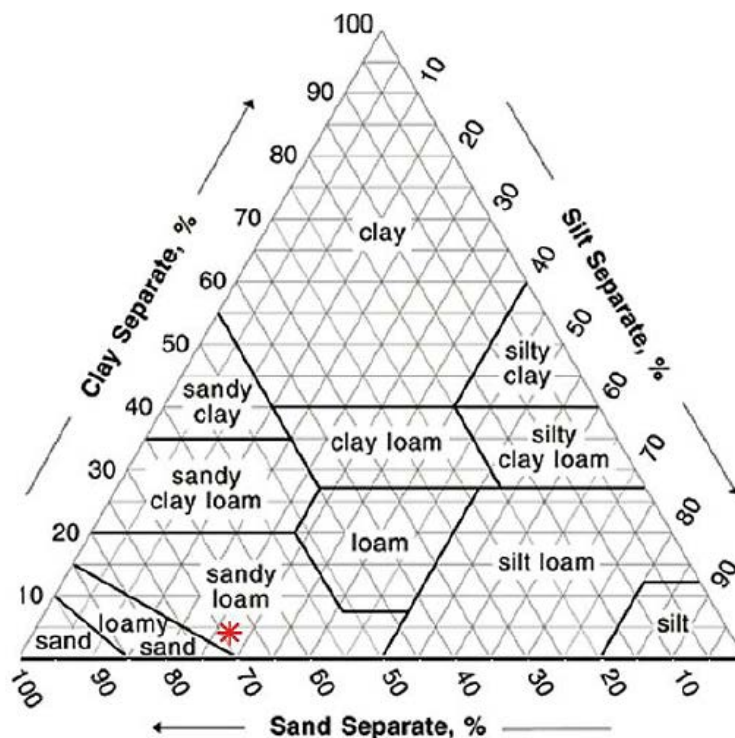
2.2. Laboratorijska istraživanja

Uzorci uzeti na terenu pripremljeni su standardnim postupcima za provođenje analiza i pohranjivanje.

2.2.1. Određivanje mehaničkog sastava i teksture tla

Relativni udio pojedinih skupina čestica (frakcija) u ukupnoj masi tla predstavlja teksturu. Udio frakcija pijeska (2 – 0,05 mm), praša (0,05 – 0,002 mm) i gline (< 0,002 mm) određen je kombinacijom metoda prosijavanja i sedimentacije, odnosno pipet metodom (Škorić, 1992.).

Postupak je slijedeći: u plastičnu bocu od 500 ml odvaže se 10 g zračno suhog tla i prelije s 25 ml 0,4 n $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \times 10 \text{H}_2\text{O}$. Suspenzija se promućka i ostavi preko noći. Slijedeći dan dodaje se 250 ml destilirane vode te mućka 6 sati na rotacijskoj mućkalici.



Slika 4. Teksturni trokut (Izvor: Research Gate)

Nakon mućkanja određuju se pojedine frakcije. Prvo suspenziju tla treba, prema Dugaliću i Gajiću (2005.), kvantitativno prenijeti u cilindar za sedimentaciju preko dva sita s otvorima

promjera 0,2 i 0,05 mm. Na sitima zaostaju čestice krupnog i sitnog pijeska. One se ispiranjem prenesu u porculanske zdjelice, otpare na vodenoj kupelji, osuše do konstantne mase na 105 °C, ohlade u vakuum eksikatoru i odvažu. Dobivene mase je potrebno preračunati u postotak. Za određivanje frakcije praha i gline pipetiranjem prvo je potrebno cilindar za sedimentaciju dopuniti destiliranom vodom do 1000 ml, mućkati 1min te ostaviti u mirovanju 4 min 48 sekundi. Tada se s dubine od 10 cm pipetira 10 ml uzorka, prenese u porculanski lončić, otpari na vodenoj kupelji, suši na 105 °C, hladi i važe te izračunava postotak frakcije praha i gline. Kako bi se odredila frakcija gline uzorak u cilindru se ponovno mućka 1min. Nakon mirovanja od 8 sati s dubine od 10 cm pipetira se 10 ml suspenzije. Ona se otparava, suši, hladi i važe te izračunava postotak frakcije gline (< 0,002 mm). Teksturna klasa se određuje pomoću teksturnog trokuta (slika 4.).

2.2.2. Određivanje reakcije tla

pH vrijednost, prema Đurđeviću (2014.) definirana je kao pokazatelj kiselosti (aciditeta) i alkalnosti (lužnatosti) tla te kao takva znatno utječe na procese u tlu i ishranu biljaka.

Tablica 1. Ocjena reakcije tla (Đurđević, 2014.)

pH vrijednost	Reakcija tla
< 3,5	Ultra kisela
3,5 – 4,4	Ekstremno kisela
4,5 – 5,0	Izrazito kisela
5,1 – 5,5	Jako kisela
5,6 – 6,0	Umjereno kisela
6,1 – 6,5	Slabo kisela
6,6 – 7,3	Neutralna
7,4 – 7,8	Slabo alkalna
7,9 – 8,4	Umjereno alkalna
8,5 – 9,0	Jako alkalna
> 9,0	Izrazito alkalna

Reakcija tla određuje se elektrometrijski (Đurđević, 2014.; Čoga i Slunjski, 2018.) u suspenziji tla s vodom (pH-H₂O) i 1 mol dm⁻³ KCl-a (pH-KCl).

U postupku određivanja pH potrebno je odvagati po 10 g zračno suhog tla u dvije staklene čaše. Nakon toga jedan uzorak prelije s 25 ml deionizirane vode, a drugi s 25 ml 1 mol dm⁻³ KCl-a. Uzorci se dobro promiješaju, a nakon 30-ak minuta pristupa se mjerenju. Kombinirana elektroda digitalnog pH-metra uroni se u suspenziju i očita vrijednost na ekranu. Ocjena reakcije tla donosi se na temelju graničnih vrijednosti (tablica 1.).

2.2.3. *Određivanje sadržaja humusa*

Određivanje humusa vrši se bikromatnom metodom, koja se zasniva na mokrom spaljivanju organske tvari pomoću kalijevog bikromata. Kemijska reakcija koja pri tom nastaje može se prikazati sljedećom jednadžbom:



Nastala reakcija mjeri se spektrofotometrijski što znači da se koncentracija tvari u uzorku utvrđuje mjerenjem količine svjetla koju je isti uzorak apsorbirao. Takvim mjerenjem, prema Đurđeviću (2014.), dolazi do promjene boje kalijevog bikromata iz narančaste u zelenu pa upravo ovakvo obojenje služi za spektrofotometrijsko mjerenje organskog ugljika na valnim duljinama od 585 nm.

Postupak: odvaži se 1 g tla u staklenu čašu. U uzorak se nakon toga dodaje 30 ml otopine 0,33 mol dm⁻³ K₂Cr₂O₇ i 20 ml koncentrirane H₂SO₄. Zajedno sa standardima, za čiju se pripremu koristi 10%-tna otopina dehidrirane glukoze, stavljaju se 90 min u sušionik zagrijan na temperaturu od 98 do 100 °C. Zatim se hlade te preliju s 80 ml deionizirane vode i ostave mirovati iduća 24 sata. Nakon toga se obavlja mjerenje spektrofotometrom pri valnoj duljini 585 nm. Kao što navodi Đurđević (2014.), standardi se pripremaju od 10% - tne otopine dehidrirane glukoze čija je molekularna masa 180,156 g, a od toga je 72,06 g ugljik. Prema tome: 1 ml standardne otopine sadrži otprilike 40 mg ugljika. Količina izračunatog ugljika u mg referira se na odvagu tla uzetog u postupak (1 g) pa je nužno dobiveni rezultat preračunati u postotak ugljika u uzorku, a nakon toga u postotak humusa u tlu. Organska tvar, odnosno humus

sadrži otprilike 58% ugljika, iz čega proizlazi da 1% ugljika odgovara humusu u sadržaju od 1,724%. Množenjem s faktorom 1,724 dobije se sadržaj humusa u tlu izražen u postotku.

Tablica 2. Ocjena humoznosti tla (Škorić, 1992.)

Sadržaj humusa, %	Humoznost
< 1	vrlo slabo humozno
1 – 3	slabo humozno
3 – 5	dosta humozno
5 – 10	jako humozno
> 10	vrlo jako humozno

2.2.4. Određivanje AL-P₂O₅ i AL-K₂O

Koncentracija biljkama pristupačnih oblika fosfora i kalija vrši se AL-metodom ekstrakcije tla s amonijevim laktatom (Đurđević, 2014.; Čoga i Slunjski, 2018.). Za ekstrakciju se u plastičnu bocu za izmućkavanje odvaže 5 g zračno suhog tla, prelije sa 100 ml ekstrakcijske AL-otopine i mućka 2 h na rotacijskoj mućkalici. Nakon filtracije u bistrom supstratu se određuju fosfor u obliku P₂O₅ i kalij u obliku K₂O.

Za određivanje fosfora koristi se plava metoda. Od bistrog filtrata otpipetira se 10 ml u odmjernu tikvicu, doda 9 ml 4 M H₂SO₄ i dopuni destiliranom vodom do ½ volumena tikvice. Uzorci se zagrijavaju i dodaje im se 10 ml 1,44 % amonijevog molibdata i 2 ml 2,5 % askorbinske kiseline. Paralelno se radi i serija standardnih otopina. Nakon 30 min zagrijavanja razvije se kompleks plave boje te se tikvice stavljaju na hlađenje. Kada se ohlade doda se destilirana voda. Spektrofotometrijsko mjerenje obavlja se na 680 nm valne duljine. Očitavanja standarda služe za izradu kalibracijskih dijagrama kako bi se mogla izračunati količina fosfora u uzorcima tla, a izražava se u mg P₂O₅ 100 g⁻¹. Koncentracije biljkama pristupačnog kalija izmjerene su u ekstraktu tla emisijskom tehnikom na AAS-u pri valnoj duljini 766,5 nm u odnosu na seriju standardnih otopina. Rezultat se izražava u mg K₂O 100 g⁻¹ tla. Prema utvrđenoj koncentraciji AL-P₂O₅ i AL-K₂O tla se razvrstavaju u različite klase opskrbljenosti (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

3. REZULTATI I RASPRAVA

Produktivnost, odnosno plodnost tla označava sposobnost tla da biljkama neprestano osigurava edafske vegetacijske čimbenike (Vukadinović i Vukadinović, 2016.) potrebne za rast i razvoj. Procjena produktivnosti tla korištenog u poljoprivrednoj proizvodnji obuhvaća analiziranje niza fizikalnih, kemijskih, bioloških i morfoloških svojstava. Thompson i sur. (2013.) ističu da je u uvjetima poljskih istraživanja boja tla, kao morfološko svojstvo, lako vidljiva. Ujedno, ona je važna u procjeni načina korištenja i gospodarenja tlom, a prema Vepraskasu (2001.) i za određivanje dubine u kojoj dominiraju redukcijски uvjeti.

3.1. Boja tla

Kao lako uočljivo morfološko svojstvo boja može istraživačima i iskusnim poljoprivrednicima ukazati na mnoštvo informacija o teže uočljivim svojstvima. Prema Turku i Youngu (2020.) mineraloški sastav, hidrološka svojstva i sadržaj organske tvari (humoznost) određuju boju tla.



Slika 5. Osnovne boje tla: crna, crvena i bijela

Kontinuirano praćenje ovih svojstava zahtijeva dugogodišnja terenska istraživanja i skupe laboratorijske analize. Zbog toga se boja tla može u praksi koristiti kao pokazatelj promjena nastalih u degradacijskim procesima. Isti autori ističu i da je boja dijagnostičko svojstvo u

klasifikaciji tala. U američkoj klasifikaciji 43 % dijagnostičkih horizonata uključuje Munsellovu boju kako kriterij, a u Svjetskoj referentnoj bazi tala 39 %.

Ona ovisi o kemijskom sastavu tla, specifičnostima pedogenetskih procesa i stupnju vlažnosti tla. U pravilu površinski slojevi su tamnijih nijansi (tamno siva, tamno smeđa) zbog višeg sadržaja humusa. Kada u tlu ima više željeza i mangana ono poprima crvenkastu, smeđu ili oker boju. Svijetle, bjeličaste boje imaju tla u kojima je prisutan proces podzolizacije, jer je zbog jako kisele reakcije izraženo ispiranje mineralnih i organskih tvari. Sličnu bjeličastu boju imaju zaslanjena i alkalizirana tla, kao i ona s povećanim sadržajem kaolinita, silicijevog dioksida, gipsa i kalcijevog karbonata.

Tla nemaju cijelom dubinom istu boju. Svaki horizont je drugačije nijanse pa tako i tipovi tala uz specifičnu građu posjeduju i specifične nijanse boja. Boja horizonata nije jednolična pa se kod određivanja daju ocjene koje su obično kombinacija dvije ili više dominantnih boja (crvenkastosmeđa, sivosmeđa, bjeličasto siva,...). Vrijedi pravilo da se dominantna boja u ovakvoj ocjeni stavlja na zadnju poziciju.

Sve boje tla su kombinacije tri osnovne boje: crne, crvene (žute) i bijele (slika 5.).

- a) *Crna boja* u tlu obično je posljedica nakupljanja i razgradnje organske tvari. Pošto se najviše mrtve organske tvari unosi u tlo u površinskim slojevima (Wills i sur., 2007.) ovakva boja je karakteristična za površinske horizonte tala. Intenzitet boje je povezan sa sadržajem humusa. Ako je humusa < 4 % prevladavaju sive nijanse, a kada ima više od 10 % humusa boja postaje intenzivno crna. Obično je ova boja znak visoko plodnih tala (černozem, rendzina, livadska tla). Međutim, u nekim slučajevima tamna, crna boja tla može nastati i zbog manganovih oksida (MnO_2) i vrlo postojanog magnetita tamne boje (Fe_3O_4).
- b) *Crvena i djelomično žuta boja* povezane su s različitim oblicima željeznih oksida. Što je više vode u molekuli željeznog hidroksida time boja postaje više žuta (npr. hematit (Fe_2O_3) je crvene, a limonit ($Fe_2O_3 \cdot nH_2O$) žute boje). Tla žute i crvene boje (lateriti i crvenice) nastaju u tropskim i suptropskim regijama, bogata su oksidiranim spojevima željeza i stoga su uvijek obojena u žutu, narančastu, crvenu ili crvenosmeđu boju.

Spojevi željeznih oksida karakteristični za redukcijske uvjete obično imaju plavkastu, zelenkastu, plavu ili maslinastu nijansu. U redukcijskim uvjetima Fe^{3+} oksidi primanjem

elektrona postaju Fe^{2+} oksidi. Duboki horizonti močvarnih tala dobivaju intenzivno plavu boju kada se suše na zraku zbog prisustva vivijanita ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \times 8 \text{H}_2\text{O}$).

Tablica 3. Boja tla u suhom stanju određena prema Munsellovom atlasu boja

Tip tla	Uzorak	Boja tla	
		Munsell Soil Color Charts	Opisno
Eutrično smeđe	1	7,5 YR 3/2	tamno smeđa
	2	10 YR 4/3	smeđa
	3	10 YR 4/3	smeđa
Lesivirano	4	2,5 Y 5/2	sivo smeđa
	5	2,5 Y 6/2	svijetlo smeđe siva
	6	10 YR 6/2	svijetlo smeđe siva
	7	2,5 Y 5/2	sivo smeđa
	8	10 YR 6/4	svijetlo žuto smeđa
Pseudoglej	9	2,5 Y 8/4	blijedo žuta
	10	10 YR 6/3	blijedo smeđa
	11	2,5 Y 6/2	svijetlo smeđe siva
	12	2,5 Y 6/2	svijetlo smeđe siva
	13	2,5 Y 6/2	svijetlo smeđe siva
Hipoglej	14	10 YR 3/2	jako tamno sivo smeđa
	15	5 Y 4/1	tamno siva
	16	2,5 Y 5/2	sivo smeđa
	17	10 YR 6/2	svijetlo smeđe siva
	18	10 YR 5/3	smeđa
Nizinski treset	19	2,5 Y 2,5/1	crna
	20	5 Y 3/1	jako tamno siva
	21	10 YR 3/4	tamno žuto smeđa
Solonec	22	5 Y 6/2	svijetlo maslinasto siva
	23	5 Y 6/2	svijetlo maslinasto siva
	24	10 YR 6/2	svijetlo smeđe siva
Černozem	25	10 YR 3/1	jako tamno siva
	26	7,5 YR 3/2	tamno smeđa
	27	10 YR 2/2	jako tamno smeđa

c) *Bijela boja* ovisi o mineralima alofanske skupine, kaolinitu, aluminijevom hidroksidu i spojevima silicijevog dioksida. Kalcijev karbonat, gips i anhidrit su važan izvor bijele boje, dok su u slanim tlima to kristali lako topivih soli. Kombinacija bijele s crvenom i žutom daje čitav niz tzv. blijedo žutih nijansi.

Kombinacijama navedenih osnovnih boja nastaje niz nijansi:

- crna i bijela daju tamno sivu, sivu, svijetlosivu i bjeličastu boju tla;
- crna i crvena daju crvenkastosmeđe i smeđe boje;
- crvena i bijela daju narančaste i žute boje;
- smeđa boja, kao najčešća u tlima, nastaje kombiniranim utjecajem crne, crvene i bijele boje;
- maslinaste i plave nijanse, tipične za močvarna tla, nastaju kombinacijama zelene, crne i bijele boje.

U tablici 3. prikazana je boja za 27 uzoraka tla s područja Slavonije i Baranje. Odabrano je sedam različitih tipova tala (eutrično smeđe, lesivirano, pseudoglej, hipoglej, nizinski treset, solonec i černoze). Boja tla je određena pomoću Munsellovog atlasa boja u suhom stanju. Vidljivo je da su tamnije boje imali uzorci hipogleja, nizinskog treseta i černoze. U hipoglejnim tlima boja je od 10 YR 6/2 (jako tamno siva) do 2,5 Y 5/2 (sivo smeđa). U nizinskim tresetima boja je od crne (2,5 Y 2,5/1) do jako tamno sive (5 Y 3/1). Dva uzorka černoze su imala jako tamno nijanse sive i smeđe boje (10 YR 3/1 i 10 YR 2/2). Uzorci eutrično smeđeg tla su imali smeđu (10 YR 4/3) do tamno smeđu boju (7,5 YR 3/2).

Svijetlo maslinasto siva boja (5 Y 6/2) je u uzorcima soloneca što je tipično s obzirom na visoki stupanj alkalizacije. Lesivirana i pseudoglejna tla su svijetlosmeđe sive do blijedo žute boje (tablica 3.).

3.2. Svojstva tla

Boja tla površinskih slojeva tala je u izravnoj vezi sa sadržajem humusa (ili organskog ugljika). Wils i sur. (2007.) navode da su još davne 1911. godine Robinson i McCaughey prepoznali organske tvari kao pigmente koji tlu daju tamne boje.

Međutim, tamnija boja ne mora biti samo posljedica visokog sadržaja organske tvari, jer intenzivnija humifikacija uz povećanu vlagu stvara u tlu tamnije nijanse boja (Thwaites, 2016.). Također, autor smatra da porijeklo crne boje nekih tala treba dovesti i u vezu s visokim sadržajem gline (tamne gline, jako karbonatne). U takvim slučajevima boju daju organski spojevi koji su kompleksi gline, željeza, mangana i organske tvari.

Suvremena istraživanja su pokazala da su direktna mjerenja organskog ugljika skupa, naročito na heterogenim terenima pa Konen i sur. (2003.) predlažu indirektnu metodu praćenja koncentracije na proizvodnim površinama preko određivanja boje tla.

U uzorcima *eutrično smeđeg tla* (tablica 4.) tekstura je praškasto glinasta ilovača (PrGI) s udjelom gline od 29,0 (smeđa boja tla) do 35,3 % (tamno smeđa boja tla). Minimalna vrijednost pH-H₂O iznosi 7,6, dok je maksimalna 8,4. Takve pH vrijednosti ovaj tip tla svrstavaju u kategoriju slabo do umjereno alkalnih tala. Vrijednosti supstitucijske kiselosti (pH-KCl) kreću se od 6,6 (tamno smeđa boja tla) do 7,6 (smeđa boja tla). Sadržaj humusa je od 1,7 do 1,9 % (prosjeck 1,8 %) što ih definira kao slabo humozna. Pristupačni oblici P₂O₅ određeni AL-metodom su u koncentracijama od 23,4 do 40,1 mg 100g⁻¹ tla, što označava dobru do visoku opskrbljenost (Vukadinović i Vukadinović, 2011.) fosforom. Opskrbljenost kalijem je dobra. Sadržaj AL-K₂O je od 19,4 do 21,2 mg 100g⁻¹ tla.

U tablici 4. može se vidjeti da je prosječni sadržaj gline u uzorcima *lesiviranih tala* 13,4 %, a tekstura ilovasta (I) do praškasto ilovasta (PrI). Vrijednosti aktualne reakcije kreću se od minimalne vrijednosti pH-H₂O 4,7 (vrlo jako kiselo) do pH-H₂O 6,1 (slabo kiselo), dok su vrijednosti pH-KCl u rasponu od ekstremno kisele (3,9) do izrazito kisele (4,7). S obzirom na sadržaj organske tvari to je slabo humozno tlo (prosječan sadržaj humusa iznosi 1,4 %). Za plodnost je važna i opskrbljenost hranivima, iako ona ne utječe na boju tla. Prosječni sadržaji raspoloživog fosfora (16,7 mg 100g⁻¹ tla) i kalija (21,5 mg 100g⁻¹ tla) lesivirana tla svrstavaju u klasu dobre opskrbljenosti (tablica 4.).

Boja površinskih horizonata je svjetlija od eutrično smeđih tala (tablica 3.). Razlog je proces ispiranja gline, humusa i seskvi oksida u dublje slojeve (eluvijacija) što rezultira zakiseljavanjem, smanjenom humoznosti i svjetlijom bojom (Bašić, 2013.).

Tablica 4. Sadržaj gline i kemijska svojstva

Tip tla	Uz.	Tekstura	Glina %	pH-H ₂ O	pH-KCl	Humus %	AL-P ₂ O ₅ AL-K ₂ O	
							mg 100g ⁻¹ tla	
Eutrično smeđe	1	PrGI	35,3	7,6	6,6	1,7	25,3	19,4
	2	PrGI	34,2	7,9	7,1	1,7	40,1	21,2
	3	PrGI	29,0	8,4	7,6	1,9	23,4	20,4
	\bar{x}		32,8	8,0	7,1	1,8	29,6	20,3
	min		29,0	7,6	6,6	1,7	23,4	19,4
	max		35,3	8,4	7,6	1,9	40,1	21,2
Lesivirano	4	PrI	13,4	6,1	5,7	1,7	12,8	18,7
	5	PrI	12,0	5,0	4,2	1,3	17,6	32,0
	6	I	10,4	4,7	3,9	1,2	14,4	18,0
	7	PrI	11,0	5,4	4,5	1,7	18,4	15,8
	8	I	20,1	5,8	4,5	1,3	20,2	23,0
	\bar{x}		13,4	5,4	4,6	1,4	16,7	21,5
	min		10,4	4,7	3,9	1,2	12,8	15,8
	max		20,1	6,1	5,7	1,7	20,2	32,0
Pseudoglej	9	PrI	20,6	4,8	3,9	1,2	9,0	12,8
	10	I	17,9	5,2	4,0	1,2	16,5	8,4
	11	PrI	14,0	5,5	4,8	1,0	10,6	17,0
	12	PrI	25,2	5,3	4,4	1,5	3,2	14,0
	13	PrI	14,2	5,2	4,4	0,9	12,4	8,9
	\bar{x}		18,4	5,2	4,3	1,2	10,3	12,2
	min		14,0	4,8	3,9	0,9	3,2	8,4
	max		25,2	5,5	4,8	1,5	16,5	17,0
Hipoglej	14	PrI	16,8	7,5	6,8	8,2	14,4	8,0
	15	PrI	9,2	7,3	6,7	5,8	21,8	6,0
	16	PrI	6,4	7,3	7,0	3,3	17,0	12,2
	17	G	54,7	5,6	4,7	3,7	20,8	49,5
	18	PrGI	36,7	5,9	4,9	5,2	3,0	13,3
	\bar{x}		24,8	6,7	6,0	5,2	15,4	17,8
	min		6,4	5,6	4,7	3,3	3,0	6,0
	max		54,7	7,5	7	8,2	21,8	49,5

Kod *pseudoglejnih tala* (tablica 4.) tekstura je većim dijelom praškasta ilovača (PrI) s udjelom glinaste frakcije 14,0 - 25,2 % i prosječnim sadržajem humusa 1,2 % (slabo humozno). pH-H₂O je u rasponu od izrazito kisele (4,8) do jako kisele (5,5) reakcije, dok se vrijednosti pH-KCl kreću od ekstremno (3,9) do izrazito kisele (4,8) reakcije. Prema sadržaju AL-P₂O₅ pseudogleji su jako siromašni do dobro (3,2 - 16,5 mg 100g⁻¹ tla). Pristupačnim kalijem su siromašni do dobro opskrbljeni (8,4 - 17 mg 100g⁻¹ tla).

U tablici 3. može se uočiti da su površinski horizonti pseudoglejnih tala značajno svjetlijih nijansi što je očekivano. Pseudoglejna tla nastaju u područjima s većom količinom oborina pa su jače izraženi eluvijacijski procesi.

Tablica 5. Sadržaj gline i kemijska svojstva

Tip tla	Uz.	Tekstura	Glina %	pH-H ₂ O	pH-KCl	Humus %	AL-P ₂ O ₅	AL-K ₂ O	
							mg 100g ⁻¹ tla		
Nizinski treset	19	PrI	4,2	7,5	7,1	16,1	24,0	10,0	
	20	PrI	6,8	7,7	7,2	16,7	27,4	8,0	
	21	G	67,7	5,9	5,1	12,3	17,5	26,8	
		\bar{x}		26,2	7,0	6,5	15,0	23,0	14,9
		min		4,2	5,9	5,1	12,3	17,5	8,0
	max		67,7	7,7	7,2	16,7	27,4	26,8	
Solonec	22	PrI	22,1	9,8	8,2	1,1	18,3	18,0	
	23	PrI	24,9	8,6	7,6	1,4	14,7	12,6	
	24	Pr	5,8	6,6	6,3	2,5	26,4	11,0	
		\bar{x}		17,6	8,4	7,4	1,7	19,8	13,9
		min		5,8	6,6	6,3	1,1	14,7	11,0
	max		24,9	9,8	8,2	2,5	26,4	18,0	
Černozem	25	PrG	42,7	7,4	6,6	2,9	9,4	29,1	
	26	PrGI	27,4	8,3	7,6	3,1	0,1	21,5	
	27	PrI	23,3	8,3	7,6	3,3	32,9	25,1	
		\bar{x}		31,2	8,0	7,3	3,1	14,1	25,2
		min		23,3	7,4	6,6	2,9	0,1	21,5
	max		42,7	8,3	7,6	3,3	32,9	29,1	

Tekstura *hipoglejnih tala* je praškasta ilovača (PrI) sa sadržajem gline 6,4 - 16,8 %, praškasto glinasta ilovača (PrGI) s 36,7 % gline i glina (G) s 54,7 % glinastih čestica (tablica 4.). Prosječna

vrijednost aktualne kiselosti ukazuje na neutralnu reakciju (pH-H₂O 6,7), a supstitucijske na slabo kiselu reakciju (pH-KCl 6,0). Sadržaj humusa je od 3,3 (dosta humozno tlo) do 8,2 % (jako humozno tlo). Sadržaj biljkama raspoloživih fosfora i kalija jako varira (tablica 4.). Ako se uzmu u obzir samo prosječne vrijednosti može se zaključiti da su to siromašna tla (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

U tablici 3. je vidljivo da u hipoglejima dominiraju tamnije nijanse sive i smeđe boje. To se može objasniti prethodno navedenim rezultatima (neutralna reakcija, visok sadržaj organske tvari i gline) u kombinaciji s genezom ovih tala uvjetovanom visokim podzemnim vodama (Husnjak, 2014.).

Nizinski treseti su (tablica 5.) vrlo jako humozni (prosječni sadržaj humusa je 15 %) što je osnovni preduvjet za nastanak tamne boje. U tablici se može vidjeti da mogu imati vrlo malo gline (praškaste ilovače s manje od 10 % gline), ali i puno. Uzorak 21 ima 67,7 % gline i teksturu teška glina (G). Vrijednosti pH-H₂O kreću se od 5,9 (umjereno kiselo) do 7,7 (slabo alkalno) s prosječnom vrijednosti od 7,0 što označava neutralnu reakciju. pH-KCl je u rasponu 5,1 - 7,2 s prosječnom vrijednosti 6,5 (slabo kiselo tlo). Prosječne vrijednosti sadržaja raspoloživog fosfora (23 mg 100g⁻¹ tla) i kalija (14,9 mg 100g⁻¹ tla) označavaju dobro opskrbljena tla.

Soloneci su tla s prosječnim sadržajem gline 17,6 %, a tekstura je praškasta (Pr) i praškasto ilovasta (PrI). Aktualna kiselost ukazuje na specifičnost soloneca, a to je alkalna reakcija (tablica 5.). pH-H₂O u površinskim horizontima kreće se od 6,6 (neutralna) do 9,8 (izrazito ili vrlo jako alkalna). To su slabo humozna tla sa sadržajem humusa od 1,1 do 2,2 %. Dobro su opskrbljeni pristupačnim oblicima fosfora i kalija, što najviše ovisi o sustavu gospodarenja.

Uzorci soloneca imaju boju koja je karakteristična ovom tipu tla, a to su različite nijanse svijetlo sive s maslinastim primjesama (tablica 3.) što je rezultat pedogenetskih procesa (eluvijacije, alkalizacije, a ponekad i salinizacije), niskog sadržaja humusa i gline.

Sadržaj gline u uzorcima *černozema* (tablica 5.) kreće se od 23,3 do 42,7 %, a tekstura je praškasta ilovača (PrI) do praškasto glinasta ilovača (PrGI). Vrijednosti pH-H₂O kreću se od 7,4 (slabo alkalno) do 8,0 (umjereno alkalno), a pH-KCl od 6,6 (neutralno) do 7,6 (slabo alkalno). S obzirom na sadržaj organske tvari černozem pripada u kategoriju dosta humoznih tala jer je prosječan sadržaj humusa 3,1% (tablica 5.). Prema sadržaju pristupačnog fosfora i kalija tla istraživanih lokacija mogu se svrstati u srednje do dobro opskrbljena. Viši sadržaj gline i humusa

te neutralna do slabo alkalna reakcija preduvjeti su za nastanak tamne boje površinskih horizonata.

4. ZAKLJUČAK

U radu je analizirano 27 uzoraka tla uzetih iz površinskih slojeva na proizvodnim parcelama u Slavoniji i Baranji. Odabrano je sedam tipova tala (eutrično smeđe, lesivirano, pseudoglej, hipoglej, nizinski treset, solonec i černoze). Laboratorijske analize su obuhvatile: mehaničku analizu i određivanje teksture tla, aktualnu i supstitucijsku kiselost, sadržaj humusa, biljkama raspoloživi fosfor (AL-P₂O₅) i kalij (AL-K₂O).

Iz dobivenih rezultata može se zaključiti slijedeće:

- a) Tamnije boje tla imali su uzorci hipogleja, nizinskog treseta i černoze.
 - U hipoglejnim tlima boja je od 10 YR 6/2 (jako tamno siva) do 2,5 Y 5/2 (sivo smeđa). Može se zaključiti da je to posljedica visokog sadržaja humusa (3,3 – 8,2 %) i neutralne reakcije (pH-H₂O 6,7) te geneze uvjetovane visokom podzemnom vodom.
 - U nizinskim tresetima boja je od crne (2,5 Y 2,5/1) do jako tamno sive (5 Y 3/1) što je logično s obzirom da je sadržaj humusa u prosjeku 15 %, a reakcija neutralna (pH-H₂O 7,0).
 - Dva uzorka černoze imala su jako tamno nijanse sive, a jedan smeđu boju (10 YR 3/1 i 10 YR 2/2). To je rezultat je višeg udjela gline (23,3 – 42,7 %) i neutralne do slabo alkalne reakcije.
- b) Eutrično smeđa tla imala su smeđu (10 YR 4/3) do tamno smeđu boju (7,5 YR 3/2) zbog višeg udjela gline (29,0 - 35,3 %) i slabo do umjereno alkalne reakcije.
- c) Lesivirana i pseudoglejna tla su svijetlo smeđe sive (2,5 Y 6/2, 10 YR 6/2) do blijedo žute boje (2,5 Y 8/4).
 - U lesiviranim tlima odvija se proces ispiranja gline, humusa i seskvi oksida u dublje slojeve (eluvijacija) što rezultira zakiseljavanjem (pH-H₂O = 4,7 – 6,1), smanjenom humoznosti i svjetlijom bojom.
- d) Pseudogleji nastaju u područjima s većom količinom oborina pa je eluvijacija jače izražena na što upućuje izrazito do jako kisela reakcija (pH-H₂O = 4,8 – 5,5) i slaba humoznost.

- e) Svijetlo maslinasto siva boja (5 Y 6/2) je u uzorcima soloneca što je tipično s obzirom na genezu uvjetovanu eluvijacijom i visokim stupnjem alkalizacije ($\text{pH-H}_2\text{O} = 6,6 - 9,8$) i slabu humoznost (1,1 – 2,2 % humusa).

5. POPIS LITERATURE

1. Bašić, F. (2013.): *The Soils of Croatia*, World Soils Book Series. Springer, Dordrecht Heidelberg, New York, London. 179.
2. Belić, M., Nešić, Lj., Ćirić, V. (2014.): *Praktikum iz pedologije*. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet. 90.
<http://polj.uns.ac.rs/sites/default/files/udzbenici/PRAKTIKUM-IZ-PEDOLOGIJE.pdf>
(pristup: 18.8.2020.)
3. Bunning S., McDonagh J., Rioux J. (2016.): *Soil assessment. U: Land Degradation Assessment in Drylands: Manual for Local Level Assessment of Land Degradation and Sustainable Land Management, Part 2: Field methodology and tools*. Woodfine, A. („ur.“). FAO, Rome, 67-83.
4. Čoga, L., Slunjski S. (2018.): *Dijagnostika tla u ishrani bilja. Priručnik za uzorkovanje i analitiku tla*. Sveučilište u Zagrebu. Agronomski fakultet. 206.
http://www.agr.unizg.hr/multimedia/ebooks/dijagnostika_tla_u_ishrani_bilja-prirucnik_2018.pdf (pristup: 18.8.2020.)
5. de Souza Mello Bicalho, A.M., Guimaraes Peixoto, R.T. (2016.): *Farmer and scientific knowledge of soil quality: a social ecological soil systems approach*. *Belgeo*, 4:1-21
<http://journals.openedition.org/belgeo/20069> (pristup: 4.2.2020.)
6. Dugalić, G.J., Gajić, B.A. (2005.): *Pedologija - praktikum*. Agronomski fakultet Čačak. Čačak. 173.
7. Đurđević, B. (2014.): *Praktikum iz ishrane bilja*. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Osijek. 71.
<http://ishranabilja.com.hr/literatura/Praktikum%20iz%20ishrane%20bilja.pdf> (pristup: 17.8.2020.)
8. Konen, M.E., C.L. Burras, and J.A. Sandor. 2003. *Organic carbon, texture, and quantitative color measurement relationships for cultivated soils in north central Iowa*. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67:1823–1830.

9. Murage, E.W., Karanj, N.K., Smithson, P.C., Woomer, P.L. (2000): Diagnostic indicators of soil quality in productive and non-productive smallholders' fields of Kenya's Central Highlands. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 79:1-8.
10. Pernar, N., Bakšić, D., Perković, I. (2013.): Terenska i laboratorijska istraživanja tla, priručnik za uzorkovanje i analizu. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatske šume. Zagreb.192.
11. Sánchez-Marañón, M., Huertas, R., Melgosa, M. (2005): Colour variation in standard soil-colour charts. *Australian Journal of Soil Research*, 43:827-837.
12. Soil-Water Management Research Group (SWMRG) (2003.): Local indicators of soil fertility (LISF) in Maswa and Same districts. Tanzania. 15.
13. Škorić, A. (1992.): Priručnik za pedološka istraživanja. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet poljoprivrednih znanosti Zagreb. Zagreb.
14. Špoljar, A. (2015.): Pedologija. Visoko gospodarsko učilište u Križevcima. Križevci. 223.
15. Thompson, J.A., Pollio, A.R., Turk, P.J. (2013.): Comparison of Munsell Soil Color Charts and the GLOBE Soil Color Book, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 77:2089–2093.
16. Thwaites, R.N. (2016.): Color. U: *Encyclopedia of Soil Science*, Third edition. Lal, R. („ur.“). CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York, 452-456.
17. Turk, J. K., Young, R.A. (2020.): Field conditions and the accuracy of visually determined Munsell soil color. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2020;84:163–169.
18. Vepraskas, M.J. 2001. Morphological features of seasonally reduced soils. In: J.L. Richardson and M.J. Vepraskas, editors, *Wetland soils: Genesis, hydrology, landscapes, and classification*. Lewis Publ., Boca Raton, FL. p. 163–182.
19. Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2011.): *Ishrana bilja*. Sveučilište J.J.Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku. 442.
20. Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2016.): *Tlo, gnojidba i prinos*. Elektronsko izdanje: http://pedologija.com.hr/Literatura/eKnjiga_Tlo-gnojidba-prinos.pdf (pristup: 17.8.2020.)
21. Živković, M.D., Đorđević, A.R. (2003.): *Pedologija. Prva knjiga - Geneza, sastav i osobine zemljišta*. Poljoprivredni fakultet Beograd. Beograd. 291.

22. Wills, S.A.; Burras, C.L., Sandor, J.A. (2007.): Prediction of Soil Organic Carbon Content Using Field and Laboratory Measurements of Soil Color. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 71(2):380-388.
23. ResearchGate: https://www.researchgate.net/figure/Soil-texture-triangle-showing-the-12-major-textural-classes-39_fig3_256500293 (pristup: 3.9.2020.)
24. Grow Observatory: Caryng out the soil texture test:
<https://knowledge.growobservatory.org/index.html@p=478.html> (pristup:3.9.2020.)
25. Munsell Color: <https://munsell.com/wp-content/uploads/2013/09/soil-sample-color-chart-1024x768.jpg> (pristup: 1.9.2020.)
26. <https://www.forestrytools.com.au/index.php?id=1196> (pristup: 21.8.2020.)