

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI

Filip Vincek

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Bilinogojstvo

Kontrola plodnosti tla na OPG-u “Vitomir Vincek“

Završni rad

Osijek, 2020.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI

Filip Vincek

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Bilinogojstvo

Kontrola plodnosti tla na OPG-u “Vitomir Vincek“

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. prof.dr.sc. Domagoj Rastija, mentor
2. izv.prof.dr.sc. Brigita Popović, član
3. doc.dr.sc. Vladimir Zebec, član

Osijek, 2020.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

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

Završni rad

Filip Vincek

Kontrola plodnosti tla na OPG-u "Vitomir Vincek"

Sažetak:

Na OPG-u Vitomir Vincek provedena je analiza tla u svrhu kontrole plodnosti tla postojećih višegodišnjih nasada. Utvrđeni rezultati korišteni su za utvrđivanje trenutne plodnosti tla te izradu gnojidbenih preporuke kao i agrotehničkih zahvata potrebnih za poboljšanje kvalitete tla. Priprema tla prije sadnje i podizanje plodnosti i produktivnosti tla je najbitnija stavka u podizanju višegodišnjih nasada. Provedenim terenskim i laboratorijskim istraživanjem utvrđeni su potrebni podaci na temelju kojih su utvrđene gnojidbene preporuke za podizanje višegodišnjih nasada te prihranu na postojećim nasadima. Utvrđeni rezultati ukazuju na heterogenost tala u pogledu reakcije tla, stanja opskrbljenosti hranivima kao i sadržaja organske tvari u tlu. Sustavnim monitoringom i provedbom kontrole plodnosti tla na OPG-u pratimo stanje plodnosti tla te na temelju precizne i kvalitetne gnojidbe postićemo veće i kvalitetnije prinose uz manje ekološko opterećenje agroekosustava.

Gljučne riječi: kontrola plodnosti tla, OPG, agrotehničke mjere popravki tala

27 stranice, 16 grafova, 8 tablica, 24 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
Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek
Undergraduate university study Agriculture, course Plant production

BSc thesis

Filip Vincek

Soil productivity control on Family Farm „Vitomir Vincek“

Summary:

At the Vitomir Vincek family farm, a soil analysis was performed in order to control the soil fertility of existing perennial plantations. The determined results were used to determine the current soil fertility and to make fertilization recommendations as well as agro-technical interventions needed to improve soil quality. Soil preparation before planting and raising soil fertility and productivity is the most important item in raising perennial crops. The conducted field and laboratory research determined the necessary data on the basis of which the fertilization recommendations for the establishment of perennial plantations and top-dressing on existing plantations were determined. The established results indicate the heterogeneity of the soil in terms of soil reactions, nutrient supply status as well as the content of organic matter in the soil. By systematic monitoring and proof of soil fertility control on family farms, we monitor the state of soil fertility on the basis of precise and quality fertilization, we achieve higher and better yields with less ecological burden on the agroecosystem.

Key words:

27 pages, 16 figures, 8 tables, 24 references

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

Sadržaj

1. UVOD	1
1.1 Uzgoj i agrotehnika jabuka	5
1.2. Uzgoj i agrotehnika krušaka	6
1.3. Uzgoj i agrotehnika trešanja	6
1.4. Uzgoj i agrotehnika marelica	7
1.5. Cilj istraživanja	7
2. MATERIJALI I METODE RADA	8
2.1. Terenska istraživanja	8
2.2. Vrijeme uzorkovanja	9
2.3. Laboratorijska istraživanja.....	9
2.3.1. Određivanje pH reakcije tla	9
2.3.2. Određivanje sadržaja organske tvari (humusa) u tlu	9
2.3.3. Određivanje sadržaja karbonata u tlu	10
2.3.4.. Određivanje hidrolitičke kiselosti tla.....	10
2.3.5.. Opskrbljenost tla fiziološki aktivnim fosforom	11
2.3.6. Opskrbljenost tla fiziološki aktivnim kalijem.....	11
3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	12
3.1. pH vrijednost tala na OPG-u Vitomir Vincek.....	12
3.2. Sadržaj humusa u tlima na OPG-u Vitomir Vincek	15
3.3. Sadržaj CaCO ₃ u tlima na OPG-u Vitomir Vincek	17
3.4. Hidrolitička kiselost	19
3.5. Fosfor i kalij u tlu	20
3.6. Gojdbene preporuke nakon analize tla na OPG - u.....	23
4. ZAKLJUČAK.....	25
5. LITERATURA	26

1. UVOD

OPG Vitomir Vincek osnovan je 1995. godine u mjestu Klokočevik. Osnivač OPG-a Ilija Vincek zasniva voćnjak jabuka sorte *idared* i *jonagold* te s vremenom podiže nasade, šljiva, krušaka, trešanja i marelice na ukupno 4 ha današnje proizvodnje. Sadašnji nositelj OPG-a je Vitomir Vincek. Kako navodi Vukadinović (2017.) uz adekvatnu agrotehniku, kemijska analiza tla predstavlja ključ za dobivanje visokih priroda, jer doprinosi boljoj raspodjeli mineralnih i organskih gnojiva, uklanjanju akutnih deficita hranjiva, kemijskoj i fizikalnoj popravci tla, ekonomičnijoj proizvodnji, odnosno očuvanju i podizanju efektivne plodnosti tla, čime su prirodi viši i stabilniji. To znači da uz ciljana ulaganja, ali i uštede u vidu smanjenja količine gnojiva za neka hranjiva kojih ima dovoljno u tlu, mogu povećati svoje prihode. Kako navodi Vukadinović (2013.) sustav kontrole plodnosti tla, uključuje sve relevantne indikatore primarne organske produkcije te obuhvaća niz agroekoloških svojstava tla kao i neke druge važne aspekte biljne proizvodnje, a čine ga :

- 1)uzimanje uzoraka tla
- 2)laboratorijske analize
- 3)tumačenje rezultata analize, odnosno izrada gnojidbenih i agrotehničkih preporuka.

Važnost kontrole plodnosti tla je i u tome što se čuva okoliš na način da se poštuju gnojidbene preporuke te se sprječava nepotreban suficit gnojiva tj. hranjiva koji se ispiru u podzemne vode ili štete biljkama. Na OPG-u Vitomir Vincek kontrola plodnosti je od izrazite važnosti zbog toga što se dobivaju podaci o stanju tla, a ujedno i preporuke za količine gnojiva za višegodišnje kulture. Kako bi dobili valjane rezultate analize koje ćemo koristiti u izračunu gnojidbenih preporuka nužno je analizirati određena agrokemijska svojstva tla, a to su kao prvo pH vrijednost tla koja se analizira u vodi i u KCl-u zatim je potrebno odrediti sadržaj humusa u tlu što se obavlja na dva načina (Mutavdžić Pavlović 2014.) po Tjurinu i Kochmanu. Slijedeća svojstva koja je potrebno odrediti su koncentracija AL pristupačnog fosfora i kalija poznatom AL metodom te određivanje hidrolitičke kiselosti tla i sadržaja karbonata u tlu koji su potrebni za izračun količine kalcizacijskog sredstva.. Kako navodi Prpić (2017.) u makroelemente, koje biljka koristi za rast i razvoj u velikim količinama ubrajaju se: ugljik, vodik, kisik, dušik, fosfor, kalij, sumpor, kalcij, magnezij i željezo. U mikroelemente, koje biljka treba u malim količinama spadaju mangan, bor, cink, bakar i molibden.

Definicija pH reakcije tla predstavlja mjerilo prisutnosti vodikovih iona u tlu. Prema navodima Ločarića i sur. (2019.) pH reakcija tla se izražava kao aktualna i supstitucijska kiselost. Aktualnu kiselost čine H^+ ioni u vodenoj fazi tla, a supstitucijsku kiselost čine, osim H^+ iona, i ioni slabih lužina (Al, Fe) , koji se s površina koloidnih čestica zamjenjuju (supstituiraju) K^+ ionom iz otopine KCl , dakle aktualna kiselost se mjeri u vodi dok se supstitucijska kiselost mjeri u KCl –u.

Tablica 1. Granične vrijednosti supstitucijske kiselosti u tlu (Škorić, 1982.).

Interpretacija	Rezultat
jako kisela	< 4,5
kisela	4,5–5,5
slabo kisela	5,5–6,5
neutralna	6,5–7,2
alkalna	> 7,2

Reakcija tla je jedna od najvažnijih svojstava tla jer ona utječe na razne procese kao što su mobilizacija iona iz minerala i biogenih elemenata. Na osnovu odnosa biljaka prema reakciji otopine tla, biljne vrste dijelimo u tri ekološke skupine acidofilne, alkalofilne, neutrofilne (Herak Ćustić i sur., 2005.) . Prema toj podjeli acidofilne biljke su one kojima odgovara kiselo tlo, alkalofilne su one kojima odgovara lužnato tlo, dok su neutrofilne one kojima odgovara neutralno tlo. Reakcija tla utječe i na aktivnost mikroorganizama ponajprije nitrifikatora i fiksatora dušika koji nam pomažu kod zelene gnojidbe, utječe i na stvaranje humusa i dinamiku biljnih hranjiva te mnogo drugih svojstava tla. Na duljinu korjena biljke, njegovu brojnost i anatomsku građu korijenovih dlačica kao i na niz problema koji nastaju prilikom raspoloživosti hraniva, najviše utječu nepovoljne vrijednosti pH reakcije tla (Vukadinović i sur., 2014.) . Kod nepravilne reakcije tla većina hranjiva nisu dostupna biljkama pa su gnojidba i svi drugi troškovi uzaludni. Reakcija tla je u gornjih 5 cm površine često niža za 0,5 do 1,0 pH jedinice prema ostalom dijelu rizosfere, najčešće zbog dušične gnojidbe i povećanog sadržaja dušika (Vukadinović i sur., 2011.) stoga kako bi se dobio valjan rezultat, uzorak za analizu uzima se na dubini od 0 do 30cm i 30 do 60cm . Računanje pH vrijednosti prvi predlaže Sorensen koji je predložio da se koncentracije vodikovih i hidroksidnih iona izražavaju s pH vrijednostima, koje predstavljaju negativni logaritam koncentracije vodikovih iona. Danas je utvrđeno da je pH najbolje mjeriti u prirodnim

uvjetima, ali to nije moguće zbog nedovoljnog kontakta tla i elektrode, točnije otopine tla i elektrode. Zbog tog razloga pH se određuje u suspenziji ili filtratu na kolorimetrijski i elektrometrijski način.

Definicija hidrolitičke kiselosti se može prikazati kao sposobnost tla da vodikove ione adsorpcijskog kompleksa zamjenjuje s bazama iz soli jakih baza i slabih kiselina uz oslobađanje ekvivalentne količine kiselina. Kako navodi Kopic u svom radu (2019.) mjerna jedinica hidrolitičke kiselosti je cmol/kg nezasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla alkalnim ionima. Hidrolitička kiselost primarno nam služi za izačun potreba u kalcizaciji, zapravo određuje koliko točno kiselosti moramo neutralizirati da bi nam pH vrijednost tla bila idealna za naše kulture. Učinak djelovanja kalcizacije ovisi o početnoj hidrolitičkoj kiselosti, količini kalcizacijskog sredstva i volumnoj gustoći tla (Lončarić i sur., 2015.) . Hidrolitička kiselost dio je ukupne kiselosti koju iz određene mase tla supstituira hidrolitička sol. Često tumačimo da tla s H_y većim od 4 cmol/kg treba kalcizirati, a manje kisela tla ne treba. Neutralizacijom hidrolitičke kiselosti tla, hranjiva koja su u tlu bila u nepristupačnom obliku za biljke postaju pristupačna i iskoristiva, pa će nam biljke davati kvalitetnije i više prinose. Kalcizaciju možemo obaviti raznim kalcizacijskim materijalima, a neki od njih su kalcijev oksid (CaO), kalcijev karbonat (CaCO₃) i saturacijski mulj iz šećerane. Kako navodi Lončarić (2015.) na temelju brojnih istraživanja u agroekološkim uvjetima istočnog dijela RH moguće je za dozu kalcizacije s 5 do 10 t/ha čistog CaCO₃ očekivati prosječno povećanje reakcije tla za 1-1,5 pH jedinica. Za dozu kalcizacije s 10-20 t/ha čistog CaCO₃ moguće je povećati pH vrijednost tla za prosječnih 1,5-2 pH jedinice.

Humus u tlu možemo definirati kao organski dio tla koji se sastoji od nespecifične i secifične tvari. Organski dio većine tala sastoji se od 85-90% humusnih tvari, a samo 10-15% otpada na tvari nespecifične prirode. Iz humusa se mineralizacijom oslobađaju najvažnija hranjiva za biljke. Za humus se kaže da je nasljeđe tvari koju su nam ostavili mikroorganizmi, jer on nastaje uz pomoć njih. Humusu se u zadnje vrijeme poklanja sve veća pozornost jer je postalo jako bitno koristiti sve manje kemijskih pripravaka kao što su mineralna gnojiva, pa je za visoke prinose preduvjet humus koji daje prinose biljkama. Tla bogata humusom, poput černozema smatraju se blagom kao i idealnim supstratom za uzgoj poljoprivrednih kultura. Kao što je naveo Butorac (1999.) današnja humozna tla nažalost su nastala krčenjem šuma i zaoravanjem travnjaka. Opseg korištenja travnjaka za dobivanje poljoprivrednih površina vrlo je velik. Pod travnom se vegetacijom nagomilava humus koji je na automorfnim terestričkim tlima katkad vrlo visoke kvalitete. Tla travnjaka razlikuju se od šumskih tala

time što se u njima proces humifikacije odvija brzo, a mineralizacije sporo. To se događa jer trave imaju kratak život, pa svake godine obogaćuju tlo organskom tvari iz koje nastaje humus. Kako navodi Butorac (1999.) preoravanjem nizinskih aridnih i semiaridnih područja dolazi do jake erozije vjetrom. Brojni se primjeri te vrste erozije mogu naći u područjima sjevernoameričkog kontinenta, gdje se događalo da se cijeli slojevi plodnih humusnih tala do matičnog supstrata doslovno otpušu na drugo mjesto. Danas se ta pojava sprječava konzervacijskom obradom tla i uvođenjem no tilla, agrotehničkog sustava bez obrade tla tj. sjetvom direktno u strnište. Kako navode Gložinić i Zeman (2017.) obogaćivanje tla humusom najčešće se primjenjuje na težim, mineralnim tlima radi razrahljivanja, a na laganim radi povezivanja, posebno radi povećanja sorpcije korisne vode i hranjiva.

Riječ karbonati najčešće vežemo uz kalcijeve karbonate, jer su kalcijevi karbonati od izrazite važnosti za neutralizaciju kiselih tala te optimiziranje tala za određenu poljoprivrednu proizvodnju. Kako navode Gložinić i Zeman u svom radu (2017.) osim što je kalcij biogeni element za biljku, on važnu ulogu ima u održavanju stabilne i mrvičaste strukture tla, odnosno važan je za popravljivanje fizikalnih i kemijskih svojstava tla. Kao što navodi Vukadinović (1993.) kalcij dolazi uglavnom u anorganskom obliku, a u tlima koja su nastala trošenjem karbonatnih stijena, može ga biti i do 50 % u obliku CaCO_3 .

Fosfor i kalij imaju veliku važnost u današnjoj poljoprivrednoj proizvodnji. Gnojidba fosfatima odlično djeluje na povećanje broja bakterija, povoljno utječe na kišne gliste, pa posljedično povećava i količinu humusa u tlu (Špoljar, 2007.) .Vukadinović i Bertić su (2013.) istaknuli da postoje mnoge strategije gnojidbe, a jedna od njih je i koncept dostatnosti koji se sve više koristi radi najmanjeg utjecaja na prirodu. Koncept dostatnosti je dobar način gnojidbe jer biljkama osigurava optimalnu količinu hranjiva, a ujedno osigurava i uštede jer nema prekomjerne gnojidbe i opasnosti od toksičnog djelovanja na prirodu i biljke. Kao što navode Vukadinović i Bertić (2013.) od svih strategija gnojidbe, koncept dostatnosti u pravilu primjenjuje najmanje ukupnih hranjiva, ali zahtijeva redovitu analizu tla. Konceptu dostatnosti veoma je sličan već spomenuti koncept održavanja kritične koncentracije (raspoloživosti) nepokretnih hranjiva uglavnom fosfora i kalija, a veoma je čest u različitim sustavima kontrole plodnosti tla. Koncept održavanja kritične koncentracije hranjiva zahtijeva utvrđivanje raspoloživosti hranjiva svake 4-8 godina, za razliku od koncepta dostatnosti gdje je analizu tla potrebno provoditi prije svake vegetacije tj. svake godine. Kako navodi Butorac (1999.) prije nego što su se počela primjenjivati fosforna gnojiva malo je tala u svijetu bilo u mogućnosti osigurati dovoljno fosfora za uzastopno

povoljan prinos poljoprivrednih kultura. Rijetka su tla koja su imala i imaju dovoljno fosfora potrebnog biljkama za normalan rast. Izuzetak čine tla formirana na aluviju i vulkanskoj lavi, ako je matični supstrat bogat fosfatima. Simptomi nedostatka fosfora se očituju u tome da je biljka uspravna i vretenasta, listovi su plavo zeleni, a rubovi posmeđe. Nedostatak kalija očituje se ožegotinama i pjegama svijetlije boje. Da bi fosfor bio dostupan biljkama i da bi ga biljka usvojila on mora biti u obliku H_2PO_4^- i HPO_4^{2-} , dok kalij mora biti u ionskom obliku kao K^+ . Većina fosfora se nalazi u oraničnom sloju jer se on stalno koristi u ishrani biljke pa ga biljka stvara i privlači u zonu korijena. Zastupljenost kalija nije rijetka kao u slučaju fosfora pa možemo reći da ga ima dovoljno u svim tlima ili je neprimjetan deficit istog. Kao što navodi Butorac (1999.) , topljivi i zamjenjivi kalij biljke mogu usvajati u velikim količinama tzv. luksuzna konzumacija, što može smanjiti sorpciju magnezija, pa to dovodi do nekroza i propadanja biljke.

1.1. Uzgoj i agrotehnika jabuka

Starost nasada jabuka na OPG-u je oko dvadeset godina, a nasad je postavljan na razmak redova 3m te razmak između biljaka 0,7-1m ovisno o sorti. Sorte koje se uzgajaju na otprilike 1 ha su *idared*, *jonagold*, *grenny smith*, *gala*, *zlatni delišes* i *pink lady* . Proizvodnja jabuke 2017.godine u RH prema najnovijim podacima (statistički ljetopis 2018.) iznosila je 4838ha sa količinom 56570 t i prosječnim prinosom 11,5 t/ha. Iz tablice 2. se može vidjeti usporedba površine pod jabukom od 2012. godine do 2017.godine te se može zamjetiti pad proizvodnih površina u tom razdoblju. Agrotehnika za voćarsku proizvodnju sastoji se od brojnih mjera. Kao što je to opisao Škorić (2011.) u nizu mjera koje sačinjavaju pripremu zemljišta za sadnju jabuke, prije svega treba izvršiti čišćenje: od kamenja, panjeva i žila ili starih voćaka kao u slučaju ovog OPG-a. U navedenim slučajevima nameće se potreba ravnjanja-niveliranja terena. Na površinama manjih nagiba prave se kanali za otjecanje vode da bi se ublažila erozija, a ukoliko je površina strmija rade se terase zbog olakšavanja rada. Na površinama OPG-a nije bilo potrebno kopati kanale za odvodnju kao i terasiranje. Nakon toga na zemljištima sa suviškom vode potrebno je napraviti drenažu te analizu tla kako bi znali, da li je potrebno obaviti kalcizaciju ili gnojidbu. Nakon svih analiza tla potrebno je obaviti rigolanje tla, jer su jabuke višegodišnja kultura koja razvija dubok korijen. Netom poslije rigolanja obavljamo ponovno ravnjanje terena uz dodavanje i inkorporaciju gnojiva i drugih preparata. Kao zadnji zahvat prije sadnje provodimo razmjeravanje željenog sklopa biljaka i samo kopanje rupa ili jama za sadnice. Kod gotovog voćnjaka obavljamo mjere njege, a one se sastoje od prskanja, okopavanja, košnje i rezidbe kao jedne od najvažnijih

mjera uz neke manje poslove. Za gnojidbu jabuka jako je bitno navesti da se prvo obavlja analiza tla te se zatim vrši gnojidba po preporuci. Prema Stančeviću (1987.) jabuka u periodu pune rodnosti za prinos od 40 t/ha zahtjeva sljedeće količine biogenih elemenata: 150 kg/ha N, 50 kg/ha P₂O₅, 220 kg/ha K₂O. Potrebno je i dodavanje 30 kg/ha magnezijeva sulfata da bi se upotrijebila potreba za mikro hranjivima.

Tablica 2. Proizvodnja jabuke u RH (statistički ljetopis 2012.-2017.).

Godina	Površina (ha)	Proizvodnja (t)	Prinos(t/ha)
2012.	5980	37414	6,3
2013.	5377	121738	22,6
2014.	5944	96703	16,3
2015.	5756	96182	16,7
2016.	5890	44176	7,5
2017.	4838	56570	11,5

1.2. Uzgoj i agrotehnika krušaka

Nasad kruške na OPG-u Vitomir Vincek je površine 1 ha te je 12 godina starosti. Proizvodnja kruške 2017. godine u RH prema najnovijim podacima (statistički ljetopis 2018.) iznosila je 714 ha sa količinom 2796 t i prosječnim prinosom 3,3 t/ha. Prije sadnje potrebno je obaviti mjere pripreme tla, a one se sastoje kao što opisuje Stančević (1980.) od čišćenja i ravnjanja terena, popravaka, odnosno melioracije zemljišta i rigolanja. U voćnjaku OPG-a se uzgajaju sorte *lipanjska ljepotica* i *morettini*, a posađene su na razmak redova 4m i između biljaka 2m. Na OPG-u Vitomir Vincek prihrana krušaka obavlja se na dva načina. Prvi način prihrane je ureom i kalcijem preko lista, kad se ujedno vrši zaštita od kruškine buhe koja stvara velike probleme u uzgoju ove kulture. Tu prihranu obavljamo kada su plodovi već začeti i kada kreću u intenzivan rast. Jesenska prihrana obavlja se sa P:K gnojivima ili eventualno N:P:K gnojivima koji imaju nizak udio dušika jer se on ispere iz tla pa ga nema pristupačnog u tlu kada bi on trebao biti pristupačan biljkama.

1.3. Uzgoj i agrotehnika trešanja

Proizvodnja trešanja na OPG-u Vitomir Vincek odvija se na 0,5 ha, a u RH je 2017. godine prema najnovijim podacima (statistički ljetopis 2018.) iznosila je 948ha sa količinom 1436t i prosječnim prinosom 1,4 t/ha .Trešnje se nakon svih agrotehničkih mjera, koje su jednake

za sve voćarske kulture, posade na razmak redova 5 i više metara ovisno o sorti, a preporučeni razmak između biljaka je 4m. U trešnjiku glavne su sorte *Burlat* i *New Star* . Trešnje se na OPG-u gnoje na isti način kao i kruške samo s drugom količinom gnojiva.

1.4. Uzgoj i agrotehnika marelica

Proizvodnja marelica 2017. godine u RH prema najnovijim podacima (statistički ljetopis 2018.) iznosila je 279ha sa količinom 726 t i prosječnim prinosom 2,5 t/ha . Na OPG-u se marelica uzgaja na 1ha, nasad je star 20 g. i također je kao i kod trešnje potrebna zamjena nasada. Agrotehnika je ista kao i kod prijašnjih kultura, a razmak redova je 5m i u redu 4m. Sorte marelica u voćnjaku su *San Castrese*, *Goldrich*, *Sabbatani* i *Panonia*.

1.5. Cilj istraživanja

Cilj rada je na temelju provedenog terenskog i laboratorijskog istraživanja provesti kontrolu plodnosti tla na OPG-u Vitomir Vincek. Također cilj istraživanja je na temelju rezultata analize svrstati tla u određenu klasu te utvrditi ograničenja pojedinih lokaliteta za voćarsku proizvodnju. Na temelju rezultata istraživanja dati će se preporuke za povećanje produktivnosti tla.

2. MATERIJALI I METODE RADA

2.1. Terenska istraživanja

Uzorke tla smo uzimali ručno pomoću štijače i sonde. Pribor koji smo koristili u uzorkovanju tla sastoji se od: vodootporne vrećice u koju smo stavljali uzorke, obrazca podataka o uzorku, sonde, štijače, kante i noža. Prva radnja koju smo napravili kada smo došli na ispitivanu parcelu je bila odabir mjesta gdje ćemo iskopati tlo za uzorke. Mjesto smo birali na način da obuhvatimo cijelu parcelu od početka, pa u sredini par uzoraka te na kraju parcele.

Tablica 3. Lokacije uzorkovanih parcela.

Br. uzorka	Domaće ime	Arkod	Površina u ha	Kultura
1.	Ekonomija	1321453	0,45	Jabuka
2.	Grebnjak	1605167	0,47	Jabuka
3.	Jasik	1605234	0,61	Kruška
4.	Korenića dol	1605481	0,49	Trešnja
5.	Fratrov dol	1605403	0,78	Marelica

Kao što sam već naveo uzorke smo uzimali na dubinama od 0-30 cm i 30-60 cm, jer je takva preporuka kod višegodišnjih nasada zbog njihovog dobro razvijenog i dubokog korijena. Sam postupak uzimanja uzoraka smo započeli tako da smo očistili mjesto na kojem ćemo uzorkovati od svih trava i nečistoća, da bi nam površina za uzorkovanje bila čisto tlo. Nakon toga smo štijačom obilježili kvadrat te započeli kopanje rupe. Kada smo iskopali rupu jednu stranu rupe smo zagladili štijačom i s te strane izuzeli štih debljine do 5 cm. Od toga štija smo nožem odsjekli višak tla tako da nam na štijači ostane srednji dio uzorka širine 3-5 cm. Taj srednji dio koji nam je ostao stavili smo u kantu te napravili ostale planirane uzorke na isti način. Već spomenuti srednji dio tla na štijači od svih uzoraka smo stavili u istu kantu te izmiješali, pa zatim stavili u vrećicu za uzorke do dubine od 30cm te smo u vrećicu stavili oznaku parcele i dubinu uzorkovanja. Uzorke na dubini od 30-60 cm smo uzimali na istim rupama pomoću sonde koja se utiskuje u tlo do određene oznake te se kružno okrene par puta i izvuče iz tla. Tlo koje se nakupilo u sondi smo istisnuli u kantu te isti postupak ponovili

za sve rupe. Kada smo završili, sve uzorke smo pomiješali u kanti te uzeli jedan prosječni uzorak koji smo stavili u vrećicu te propisno označili.

2.2. Vrijeme uzorkovanja

Uzorkovanje tla provedeno je u lipnju 2019. godine. Kao što znamo uzorkovanje tla je najpogodnije obaviti poslije berbe, u vrijeme berbe ili poslije žetve, jer onda dobivamo pravu sliku stanja tla zbog toga što su biljke iscrpile svo gnojivo koje je dodano u gnojidbi.

2.3. Laboratorijska istraživanja

Analizu tla smo provodili u laboratoriju poljoprivredne škole, točnije u Biotech centru. Centar se nalazi u Slavenskom Brodu na adresi Ivana Cankara 76 .

2.3.1. Određivanje pH reakcije tla

Za određivanje pH reakcije tla na tehničkoj vagi odvaži se 10 grama tla koje se prenosi u čašu od 100 ml. Uzorci se zatim preliju s 25 ml destilirane vode, odnosno 1 M KCl ili 0,01 M CaCl₂, te dobro promiješaju staklenim štapićem. Nakon 30 minuta vrši se mjerenje pH vrijednosti u suspenziji tla (1:5 w/v), pH-metrom koji je propisno kalibriran standardnim pufernim otopinama poznate pH vrijednosti (Vukadinović i Bertić, 1988.).

Tablica 4. Granične vrijednosti supstitucijske kiselosti u tlu (Škorić, 1982.).

Interpretacija	Rezultat
jako kisela	< 4,5
kisela	4,5–5,5
slabo kisela	5,5–6,5
neutralna	6,5–7,2
alkalna	> 7,2

2.3.2. Određivanje sadržaja organske tvari (humusa) u tlu

Sadržaj humusa u tlu određen je bikromatnom metodom (HRN ISO14235:1994.) koja predstavlja mokro spaljivanje organske tvari tla kalijevim bikromatom. Koncentracija organskog ugljika u uzorcima određena je spektrofotometrijski na spektrofotometru Varian Cary 50, a zatim je preračunata na sadržaj humusa koeficijentom 1,724. Za interpretaciju rezultata sadržaja organske tvari korištene su granične vrijednosti prikazane u tablici 5.

Tablica 5. Granične vrijednosti sadržaja organske tvari u tlu (Škorić, 1982.).

Interpretacija	Rezultat (%)
vrlo slabo humozno	< 1
slabo humozno	1–3
dosta humozno	3–5
jako humozno	5–10
vrlo jako humozno	> 10

2.3.3. Određivanje sadržaja karbonata u tlu

Sadržaj karbonata u tlu određen je Scheiblerovim kalcimetrom u svim istraživanim uzorcima čije vrijednosti supstitucijske kiselosti prelaze 5,5 pH jedinica. Sadržaj karbonata određen je volumetrijskom metodom (HRN ISO10693:2004.) mjerenjem volumena CO₂ koji se iz karbonata tla razvija djelovanjem 10 %-tne HCl (klorovodične kiseline) .

Očitana je volumen razvijenog CO₂ na skali graduirane cijevi te je količina CaCO₃ izračunata formulom:

$$\% \text{ CaCO}_3 = (\text{ml CO}_2 * F * 2,274 * 100) / \text{mg tla}$$

Za preračunavanje CO₂ u CaCO₃ u prethodnoj jednadžbi koristi se faktor 2,274, a faktor F je težina 1 ml CO₂ pri temperaturi i tlaku provođenja analize, a iščitava se iz tablice (Lončarić, 2005.) . Za interpretaciju rezultata sadržaja karbonata u tlu korištene su granične vrijednosti prema Škorić (1982.) prikazane u tablici 6.

Tablica 6. Granične vrijednosti sadržaja karbonata u tlu (Škorić, 1982.).

Interpretacija	Rezultat (%)
slabo karbonatna	< 8
srednje karbonatna	8-25
jako karbonatna	> 25

2.3.4. *Određivanje hidrolitičke kiselosti tla*

Hidrolitička kiselost tla utvrđuje se neutralizacijom tla višebaznim solima, pri čemu se vodikovi atomi ne zamjenjuju lužinama kod iste pH vrijednosti sredine. Najčešća primjena hidrolitičke kiselosti je kod utvrđivanja potreba za kalcizacijom ili kada je potrebno poznavati ukupnu potencijalnu kiselost nekog tla. Hidrolitička kiselost izražava se u mmol 100g^{-1} ili cmol kg^{-1} i predstavlja nezasićenost adsorpcijskog kompleksa lužnatim ionima. S 50 ml 1 M CH_3COONa prelije se 20 grama zrakosuhog tla te se mućka na rotacijskoj mućkalici jedan sat i filtrira (ukoliko je filtrat mutan filtrira se dva puta). Zatim se otpipetira 10-25 ml filtrata, ugrije do ključanja da bi se uklonio CO_2 , dodaju se 1–2 kapi fenolftaleina i vruće filtrira s 0,1 M NaOH do pojave crvenkaste boje (Vukadinović i Bertić, 1988.).

2.3.5. *Opskrbljenost tla fiziološki aktivnim fosforom*

Pristupačni fosfor određen prema AL metodi odnosi se na frakciju topivu u vodi te u slabim kiselinama. Pristupačni fosfor u tlu određen je AL metodom ekstrakcijom tla s amonij laktatom (pH vrijednost ekstraktanta 3,75). Od dobivenog filtrata otpipetira se 10 ml u tikvicu od 100 ml, zatim se doda 9 ml 8 N H_2SO_4 i destilirane vode do pola tikvice. Tikvice se zagrijevaju na vodenoj kupelji te se doda 10 ml 1,44% amonij- molibdata i 2 ml 2,5% askorbinske kiseline. Nakon 30 minuta grijanja tikvica na vodenoj kupelji razvija se kompleks plave boje. Zatim se ohlade i nadopune destiliranom vodom do oznake. Mjerenje koncentracije P_2O_5 u uzorcima i standardima vrši se na spektrofotometru na 680 nm (Vukadinović i Bertić, 1988.). Postupak identičan postupku s uzorcima provodi se paralelno sa standardima. Osnovni standard je zajednički za određivanje fosfora i kalija jer sadrži 0,1 mg $\text{P}_2\text{O}_5/\text{ml}$ i 0,1 mg $\text{K}_2\text{O}/\text{ml}$. Serija radnih standarda priprema se pipetiranjem po 0, 1, 5, 10, 20, 30, 40 i 50 ml osnovnog standarda u odmjerne tikvice od 200 ml i nadopuni se do oznake AL-otopinom. Takvi standardi predstavljaju količinu od 0,1, 5, 10, 20, 30, 40 i 50 mg $\text{P}_2\text{O}_5/100\text{ g}$ tla i istu količinu K_2O . Rezultat se izražava u mg P_2O_5 na 100 grama tla.

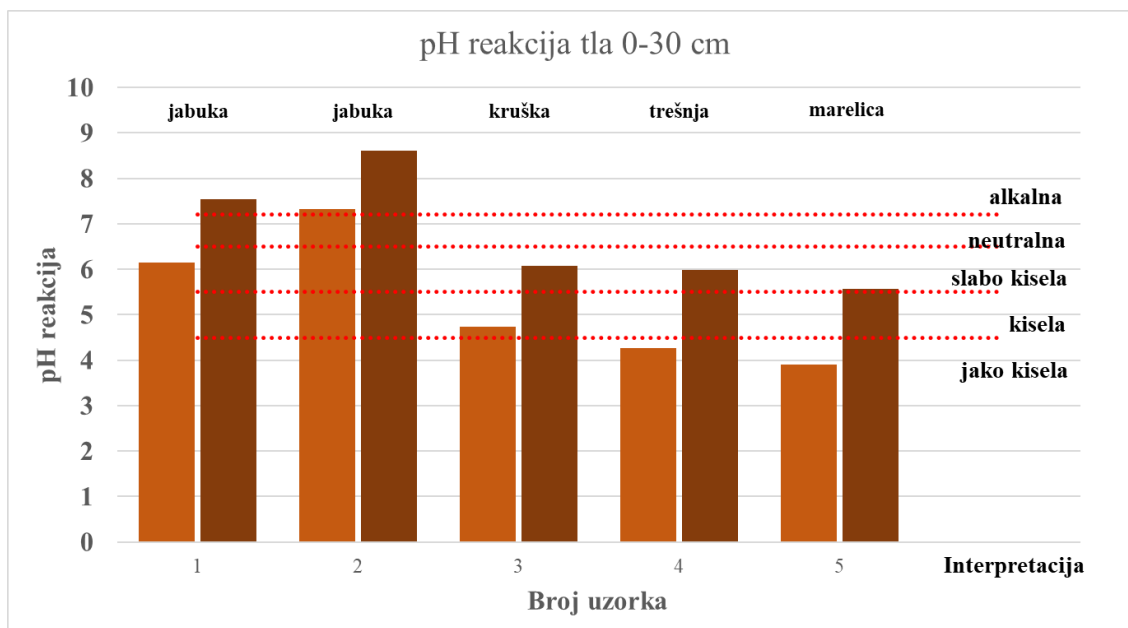
2.3.6. *Opskrbljenost tla fiziološki aktivnim kalijem*

Pristupačnost kalija utvrđuje se direktno iz ekstrakta tla emisijskom tehnikom na atomskom apsorpcijskom spektrofotometru (AAS – u) kod 766,5 nm uz prethodnu kalibraciju uređaja standardnim otopinama koncentracija unutar kojih se nalaze koncentracije uzoraka. Rezultat se izražava u mg K_2O na 100 grama tla.

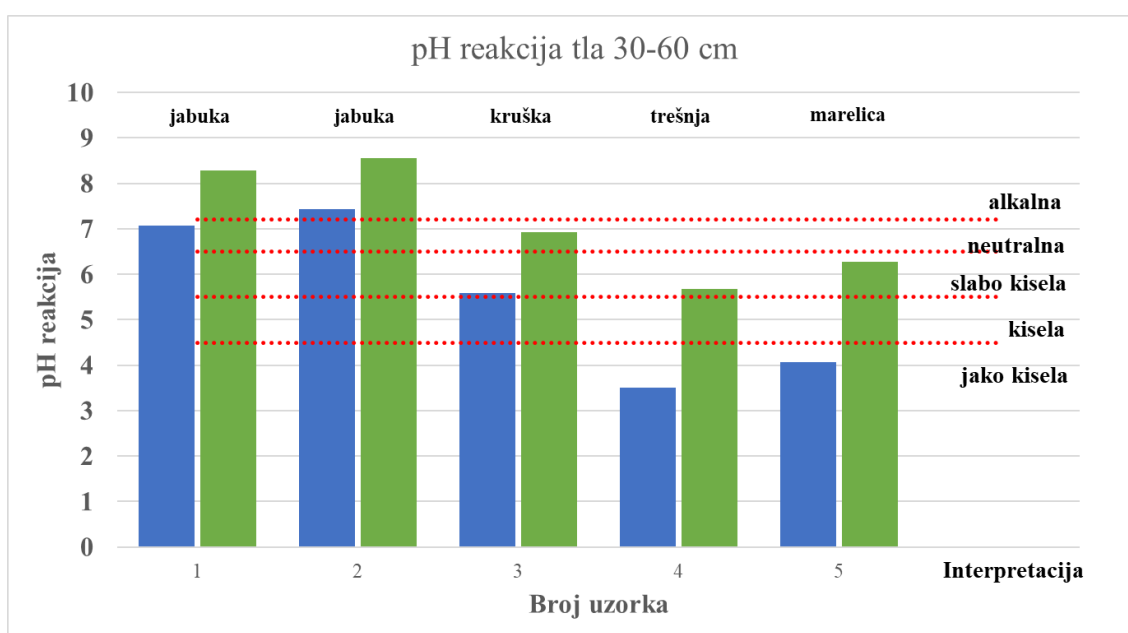
3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

3.1. pH vrijednost tala na OPG-u Vitomir Vincek

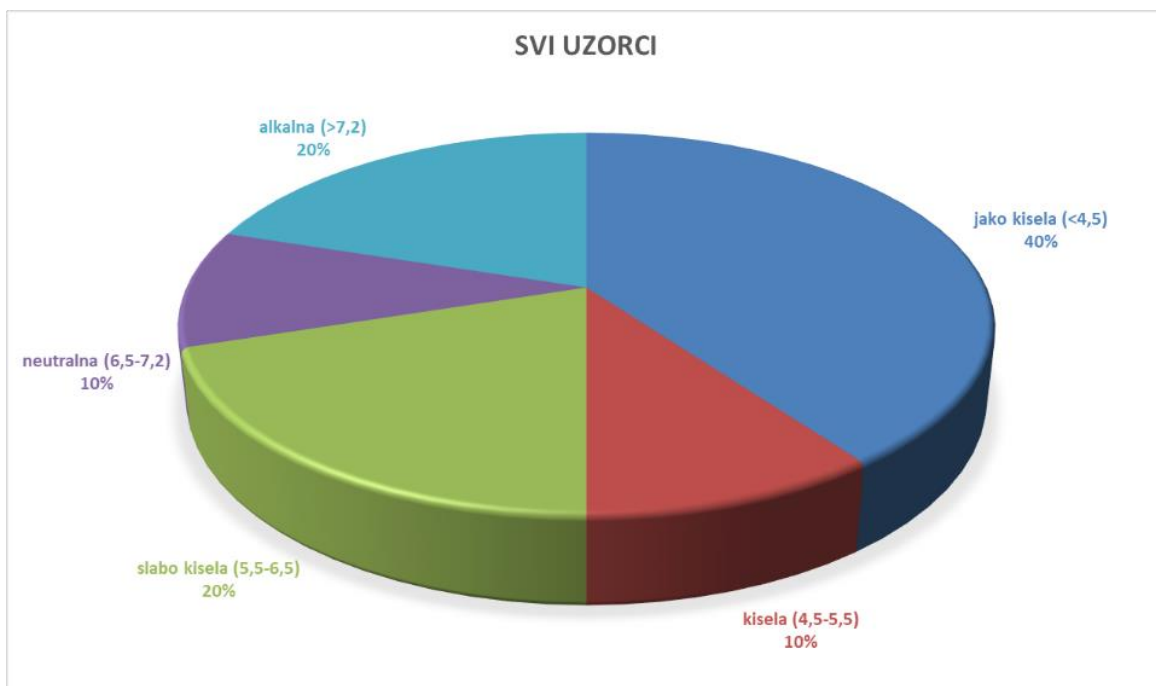
Prema Lončarić (2015.) pH vrijednost tla mjeri se u suspenzijama tla u deioniziranoj vodi (pH H₂O), otopini 0,01M CaCl₂ (pH CaCl₂) ili otopini 1 M KCl (pH KCl). U Hrvatskoj se uglavnom koriste vrijednosti pH H₂O i pH KCl. Pri tome pH H₂O nazivamo aktualna ili trenutna kiselost tla jer mjeri pH vrijednost vodene faze tla, a pH KCl je izmjenjiva ili supstitucijska kiselost jer mjeri pH vrijednost nakon zamjene kationa s adsorpcijskog kompleksa tla (koloidi sekundarnih minerala gline i humusnih tvari). Na temelju provedenog istraživanja utvrđen je raspon aktualne kiselosti tla (pH H₂O) u oraničnom horizontu istraživanih tala u rasponu od 5,57 pH jedinica na uzorku 5 (marelica) do 8,6 pH jedinica na uzorku broj 2 (jabuka) graf 1. Aktualna kiselosti u podoraničnom horizontu (30-60 cm) kretala se u rasponu od 5,68 pH jedinica na uzorku 4 (trešnja), do 8,56 pH jedinica na uzorku 2 (jabuka) graf 2. Utvrđeni raspon supstitucijske kiselosti oraničnih horizonata kretao se od jako kisele reakcije (3,9 pH jedinice) na uzorku 5 do alkalne reakcije na uzorku 2 s utvrđenom vrijednosti od 7,33 pH jedinice (graf 1). U podoraničnim horizontima raspon vrijednosti supstitucijske kiselosti kretao se od 3,51 na uzorku 4 do 7,44 pH jedinice na uzorku 2 (graf 2). Promatrajući cijeli set istraživanih uzoraka tala utvrđeno je kako 70 % istraživanih uzoraka tala pripada kiselim klasama reakcije tla (40 % uzoraka pripada klasi jako kiselih tala <4,5 pH jedinica, 10 % uzoraka pripada klasi kiselih tala 4,5-5,5 pH jedinice te 20 % tala pripada klasi slabo kiselih tala 5,5-6,5 pH jedinice) 10 % neutralnim tlima te 20% tlima alkalne reakcije (graf 3). Kiselu reakciju tla ima 80 % oraničnih uzoraka (40% jako kiselu, 20 % kiselu i 20 % slabo kiselu reakciju) dok 20 % istraživanih uzoraka ima alkalnu reakciju tj. utvrđenu vrijednost iznad 7,2 pH jedinice (graf 4). Kod podoraničnih uzoraka tla utvrđeno je 20 % alkalnih tala, 20 % neutralnih tala, dok ostatak čine tla čija je reakcija ispod 6,5 pH jedinice što ih svrstava u kiselu tla (slabo kiselu tla 20 % i jako kiselu 40 %) graf 5. Kisela tla na području Republike Hrvatske zauzimaju 32 % ukupne površine poljoprivrednog zemljišta, a čak 79,5 % se nalazi u Panonskoj regiji (Lončarić i sur.,2015.). Kopic (2019.) navodi kako kiselost tla predstavlja značajno ograničenje za postizanje većih i stabilnih prinosa, a samim time i manju učinkovitost gnojidbe uz povećane troškove. Učinak gnojidbe kod tala preniske pH vrijednosti smanjen je zbog kemijske fiksacije fosfora, nedostatka Ca i Mg i potencijalne toksičnosti zbog suviška Al, Fe i Mn, što je dodatni razlog neophodnosti analize tla.



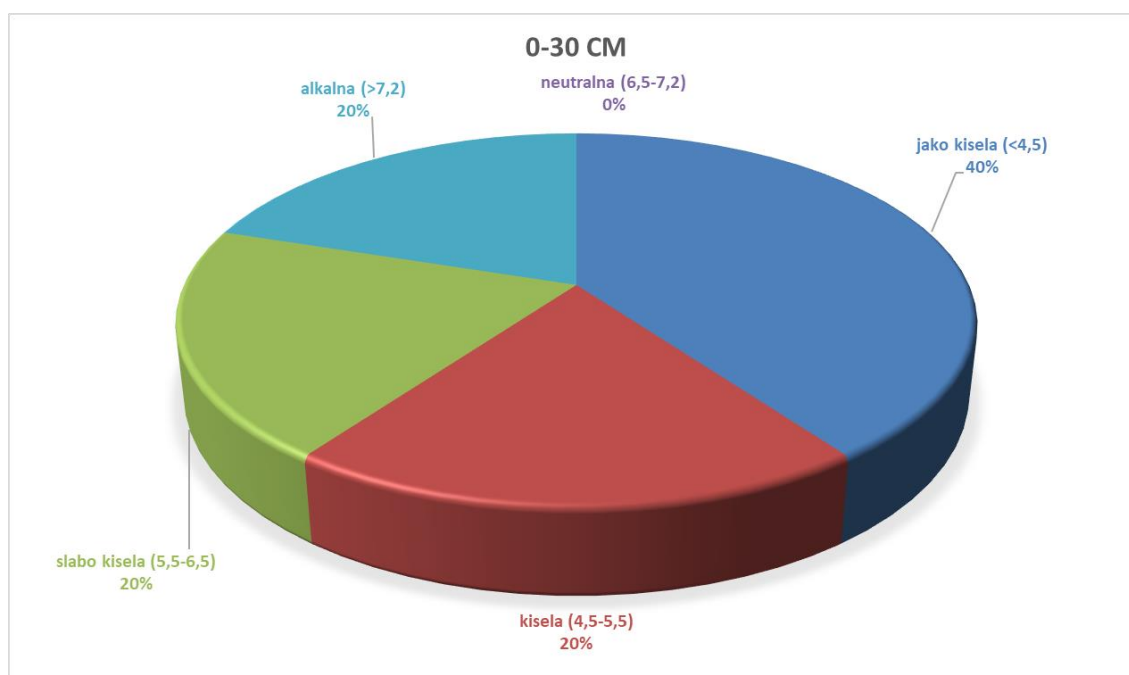
Graf 1. pH reakcija tla 0-30cm.



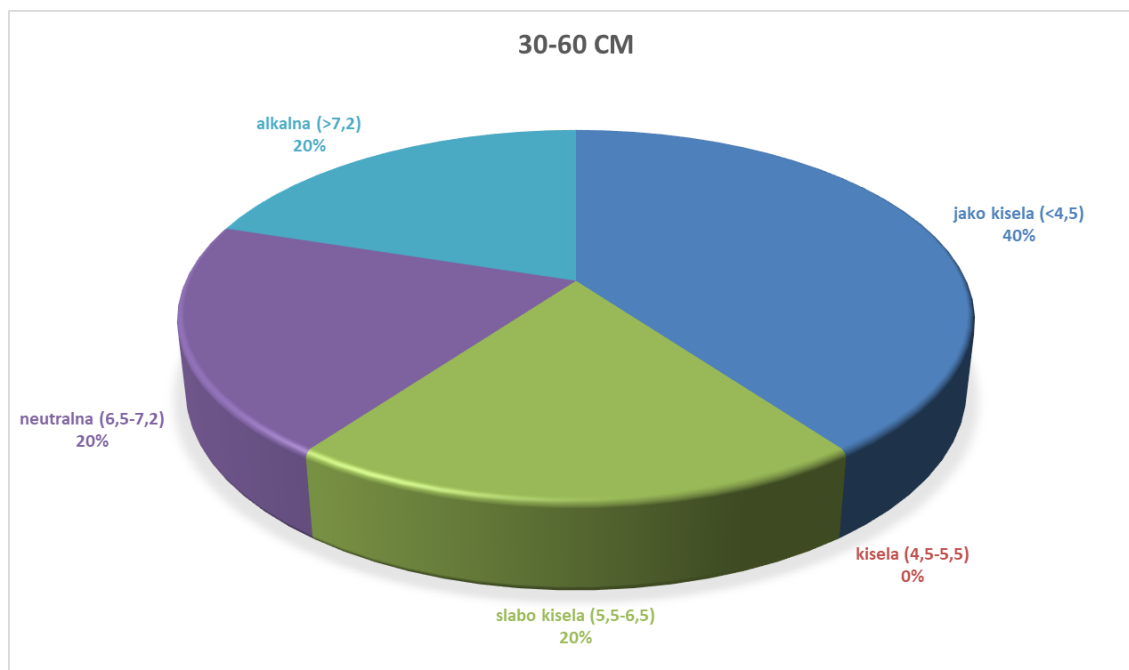
Graf 2. pH reakcija tla 30-60cm.



Graf 3. Udio pojedinih tala na OPG-u Vitomir Vincek izražen u postotcima.



Graf 4. Udio pojedinih tala oraničnog sloja na OPG-u Vitomir Vincek izražen u postotcima.



Graf 5. Udio pojedinih tala podoraničnog sloja na OPG-u Vitomir Vincek izražen u postotcima.

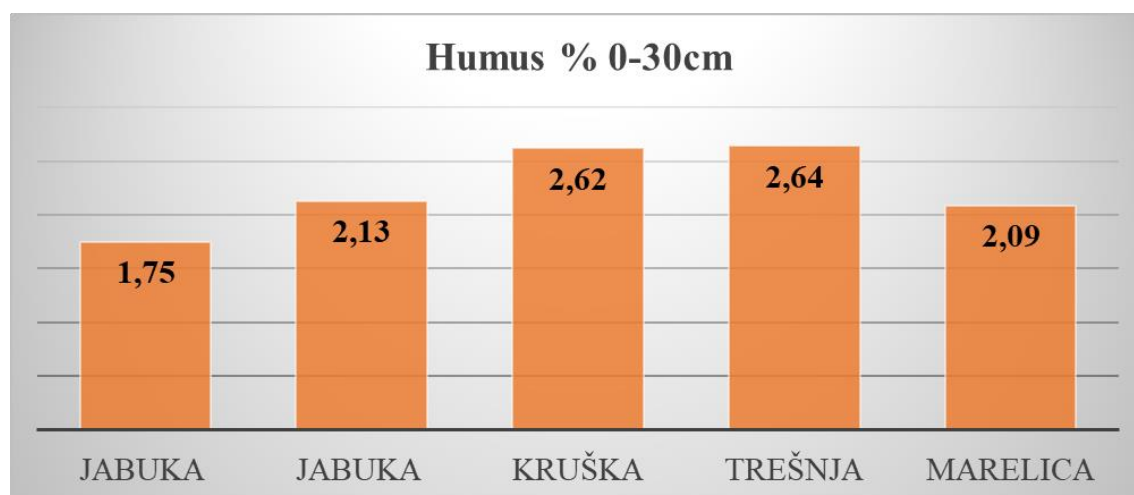
3.2. Sadržaj humusa u tlima na OPG-u Vitomir Vincek

Humus se može opisati i kao proizvod nepotpunog razlaganja biljnih i životinjskih ostataka pri čemu se oni djelomično posve mineraliziraju, dok se preostali dio pod utjecajem različitih mikroorganizama tla iznova sintetizira u više ili manje stabilne kemijske spojeve otporne prema daljnjem razlaganju (Vukadinović i Vukadinović, 2011.) . S pedološkog aspekta humus je specifična organska tvar tla koloidnog karaktera, nastala procesima humifikacije. Zbog brze transformacije, prema Škoriću (1992.), od velikog je značaja za cjelokupnu dinamiku tla i njegova svojstva. Kako navodi Izv.prof. dr.sc. Mutavdžić Pavlović (2014.) u svojoj internoj skripti određivanje udjela humusa u tlu se vrši na dva načina po Tjurinu i Kochmanu. Određivanje humusa u tlu prema Tjurinu zasniva se na potpunoj oksidaciji humusa s kalijским dikromatom u sumporno kiselom mediju. Retitracijom suviška dikromata sa standardnom otopinom Mohrove soli ($\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) odredi se preostala količina dikromata koja nije utrošena za oksidaciju humusa u tlu. Metoda po Kochmanu se zasniva na oksidaciji s kalijским permanganatom, te retitraciji suviška kalijskog permanganata s oksalnom kiselinom. Na temelju provedenih istraživanja sadržaj humusa na ispitivanim tlima u oraničnom sloju kretao se od 1,75 % na uzorku 1 (jabuka) , pa sve do 2,64 % na uzorku 4 (trešnja) što je vidljivo u grafu 6. U podoraničnom sloju prema

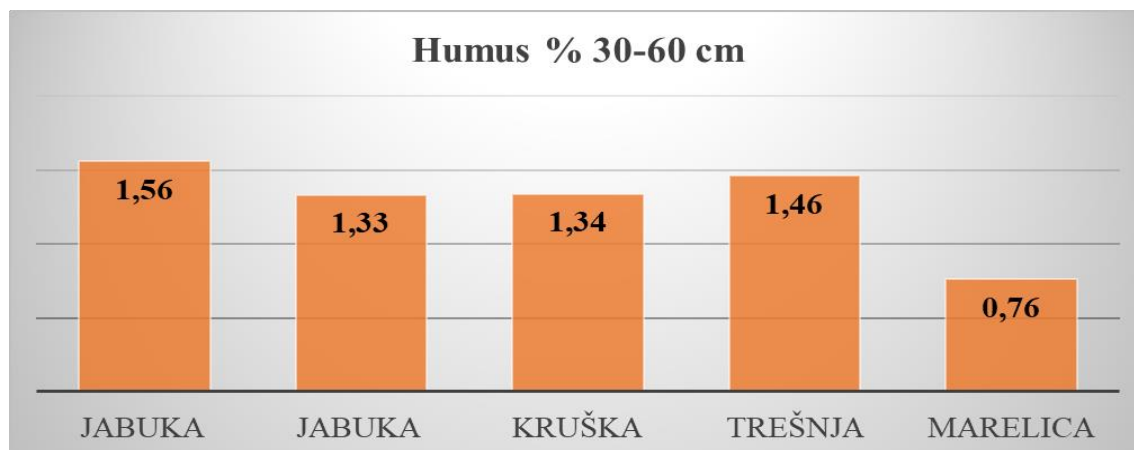
grafu 7, sadržaj humusa kretao se od 0,76 % za uzorak 5 (marelica), dok je najviši rezultat bio na uzorku 1 (jabuka) s 1,56 % . Utvrđeni sadržaj humusa na svim uzorcima kretao se od 0,76 % za uzorak 5 (marelica), pa sve do 2,64 % za uzorak 4 (trešnja). Prema tome 90 % uzorka je u rasponu od 1 do 3 % što je prema tablici 7. slabo humozno, a 10 % uzorka je u rasponu od 0 do 1 % što je po tablici 7. vrlo slabo humozno što se vidi iz grafa 8. Biško i sur. (2017.) u svom istraživanju na razini RH dobili su rezultate sukladno klasifikaciji po Gračaninu (tablica 5.) da postotni udio humusa u oraničnom horizontu (0-30 cm) bio je: 3,9 % vrlo slabo humozna tla (<1 %), 78,5 % slabo humozna tla (1-3 %), 16,4 % dosta humozna tla (3-5 %) i 1,3 % jako humozna tla (5-10 % humusa), dok je on u oraničnom i podoraničnog sloju (prosjeak: 0-30 i 30-60 cm) bio: 6 % vrlo slabo humozna tla (<1 %), 83,1 % slabo humozna tla (1-3 %), 10,1 % dosta humozna tla (3-5 %) i 0,8 % jako humozna tla (5-10 % humusa).

Tablica 7. Sadržaj humusa prema Gračaninu (Škorić,1992.).

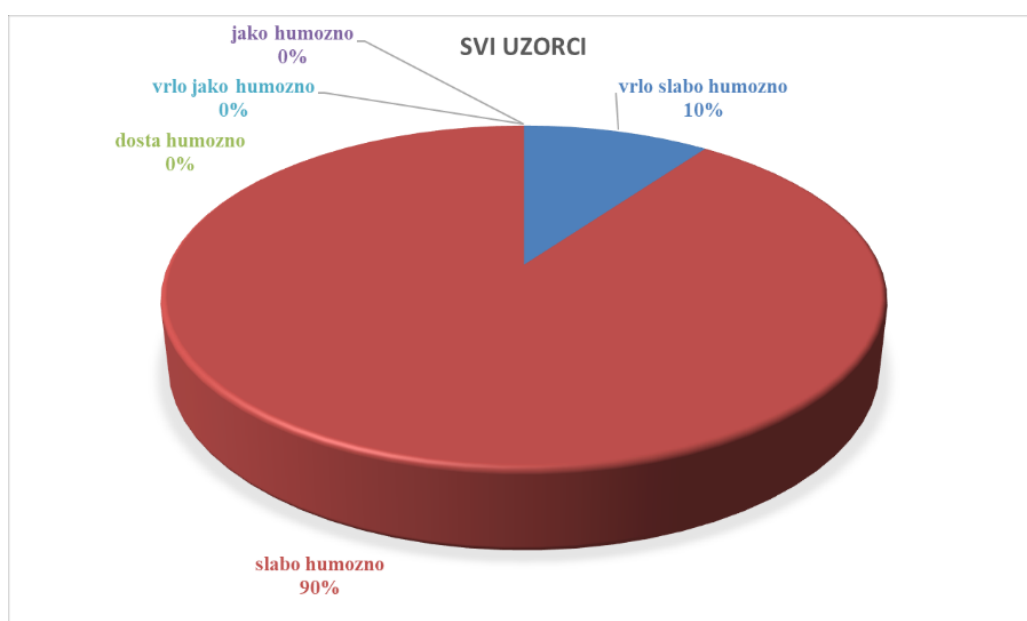
Humus %	Ocjena humoznosti
<1	Vrlo slabo humozno
1-3	Slabo humozno
3-5	Dosta humozno
5-10	Jako humozno
>10	Vrlo jako humozno



Graf 6. Sadržaj humusa u oraničnom sloju.



Graf 7. Sadržaj humusa u podoraničnom sloju.

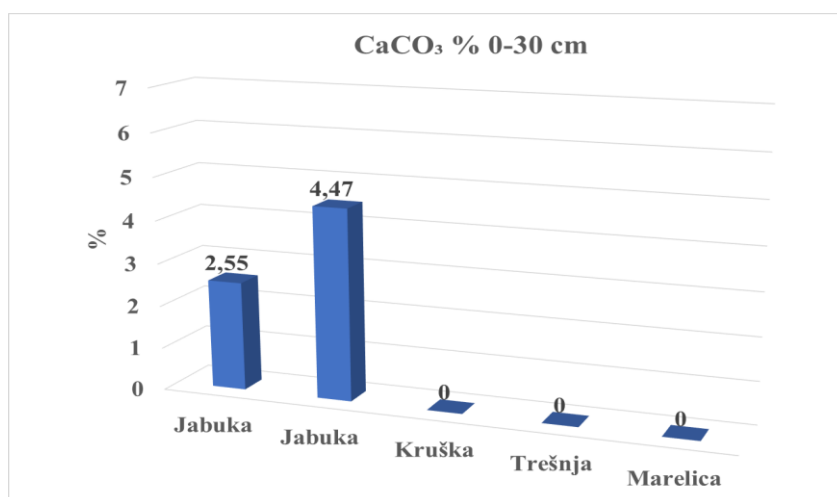


Graf 8. Prikaz stanja tla s obzirom na humoznost.

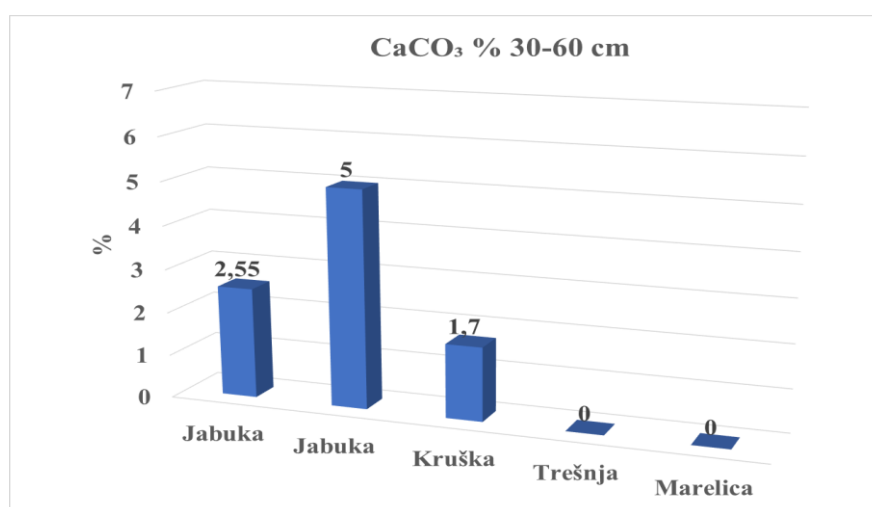
3.3. Sadržaj CaCO_3 u tlima na OPG-u Vitomir Vincek

Karbonati su soli kalcija ili drugih elemenata koji se akumuliraju u tlu kao posljedica male količine oborina. Isto tako, uglavnom su ostatak trošenja vapnenaca. U vrlo suhim klimatskim zonama mogu se formirati vrlo tvrdi i gusti profili tla, slični cementnoj masi, koji sprječavaju prolazak korijenja (Mutavdžić Pavlović, 2014.) , pa je u tom slučaju onemogućena laka obrada. Količinu karbonata možemo odrediti na terenu tj. u polju ili u laboratorijima. Na terenu količinu karbonta kako je opisala Izv.prof. dr.sc. Mutavdžić Pavlović (2014.) određujemo kvalitativnom metodom na način da tlo koje sadrži CaCO_3 prelijemo s razrijeđenom HCl (1:3), a zatim će se oslobađati CO_2 uz pojavu šumljenja i pjenušanja. Po jakosti i trajanju šumljenja može se približno odrediti CaCO_3 u tlu.

Laboratorijske metode su preciznije i pouzdanije pa se i koriste u analizama tla. Najpoznatije laboratorijske metode su volumetrijsko određivanje kalcimetrom i volumetrijsko određivanje neutralizacijskom titracijom. Na temelju istraživanja provedenih na tlima OPG-a Vitomir Vincek dobiveni rezultati za oranični sloj kretali su se od 2,55 % za uzorak 1 (jabuke) do 4,47 % za uzorak 2 (jabuke 2), a rezultati su vidljivi u grafu 9. U podoraničnom sloju prema grafu 10, sadržaj kalcijevog karbonata bio je nešto drugačiji za pojedine uzorke, a on se kretao od 1,7 % za uzorak 3 (kruške), pa sve do 5 % za uzorak 2 (jabuke 2). Možemo zaključiti da za jabuke ima dovoljno kalcija na dubini od 30cm, jer kako navodi Šoškić (2011.) krečna zemljišta sa više od 5% aktivnog CaCO_3 smanjuju pokretljivost mikro i makro elemenata, pa jabuka pati od hloroze. Prema Šoškiću (2011.) za uzorak 2 (jabuke 2) zaključujemo da je količina kalcijevog karbonata na granici da postane toksična.



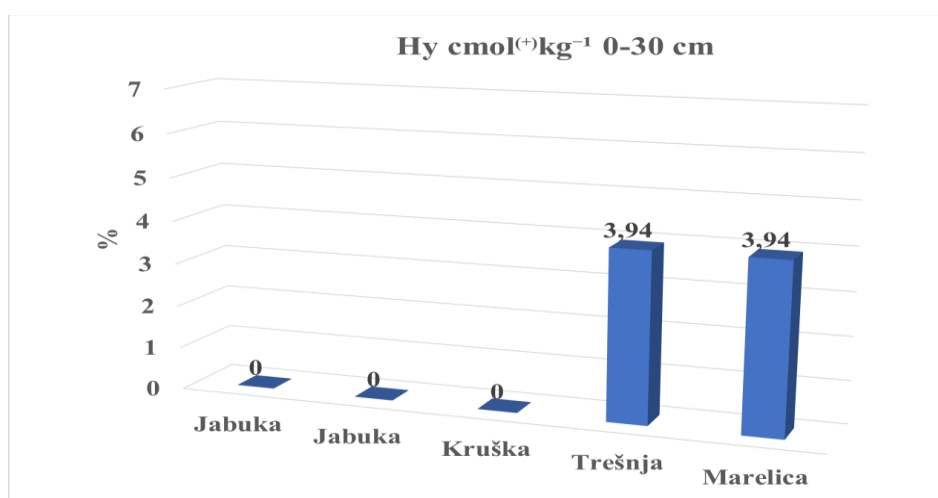
Graf 9. Količina CaCO_3 u uzorcima oraničnog sloja izražena u postotcima.



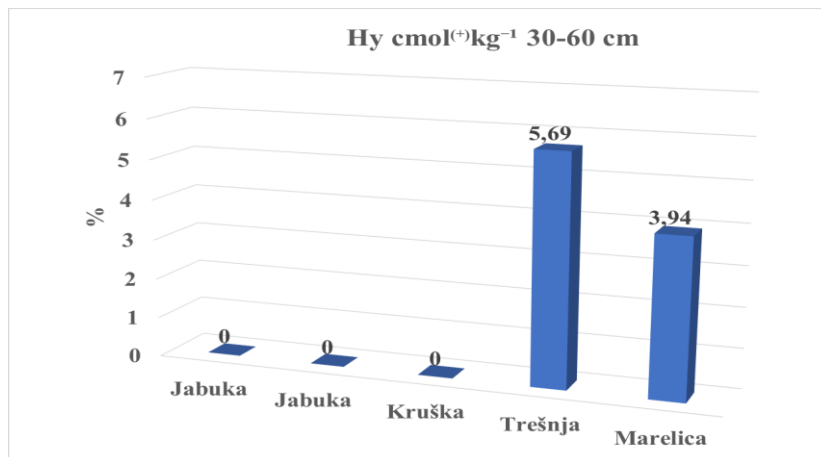
Graf 10. Količina CaCO_3 u uzorcima podoraničnog sloja izražena u postotcima.

3.4. Hidrolitička kiselost

Hidrolitička kiselost tla nastaje pri neutralizaciji tla višebaznim solima pri čemu se svi vodikovi ioni ne zamjenjuju kationima metala kod iste pH-vrijednosti sredine. Jedan dio ove kiselosti aktiviraju neutralne soli kao što je KCl, a drugi dio soli tipa natrijevog acetata (CH_3COONa , $\text{pH} = 8,2$) ili kalcijevog acetata (bazične soli) koje mogu zamijeniti na adsorpcijskom kompleksu tla gotovo sve ione vodika i aluminija (Vukadinović i sur. , 2011.). Kako navodi Kopic u svom radu (2019.) kod ovakve reakcije dolazi do nastanka octene kiseline, pri čemu je količina kiseline ekvivalentna količini vodikovih iona na adsorpcijskom kompleksu tla gdje se dalje utvrđuje titracijom tj. neutralizacijom kiseline koja je nastala sa 0.1 mol/dm^3 natrijevim hidroksidom. Prema radu Flac (2016.) iznos hidrolitičke kiselosti tla služi za izračunavanje stupnja zasićenosti tla bazama i kapaciteta adsorpcije kationa kao i za određivanje potreba u kalcizaciji. Rezultati analize hidrolitičke kiselosti na OPG-u prema grafu 11 za oranični sloj bili su $3,94 \text{ cmol/kg}$ za uzorke 4 i 5 (trešnje i marelice) i 0 cmol/kg za uzorke 1, 2 i 3 (jabuke, jabuke 2 i kruške) , jer nije potrebno obaviti kalcizaciju, da bi tlo odgovaralo kulturama koje se uzgajaju. Za podoranični sloj je također utvrđeno kao i u oraničnom sloju za uzorke 4 i 5 da je potrebna kalcizacija, a rezultati su se kretali od $3,94 \text{ cmol/kg}$ za uzorak 5 (marelice) do $5,69 \text{ cmol/kg}$ za uzorak 4 (trešnje) što vidimo po grafu 12. Uzorci 1, 2 i 3 imali su rezultat 0, jer nije potrebno obavljati kalcizaciju. Iz ovih rezultata hidrolitičke kiselosti se vidi na kojim parcelama i kojim uzorcima je pH tla nizak za pojedine kulture te da je tamo potrebno obaviti kalcizaciju kako bi biljka normalno usvajala sva potrebna hranjiva.



Graf 11. Hidrolitička kiselost uzoraka oraničnog sloja na OPG-u Vitomir Vincek izražena u cmol/kg .

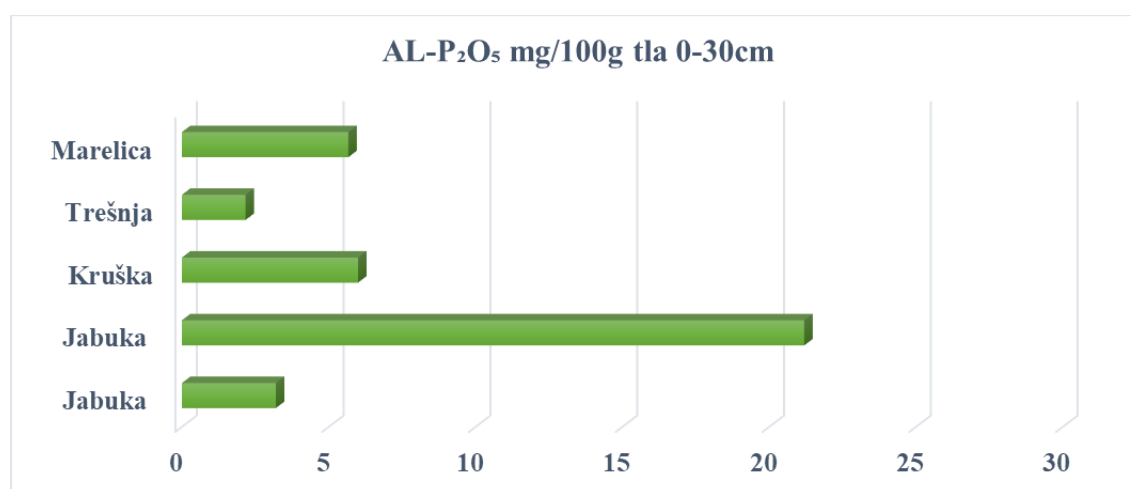


Graf 12. Hidrolitička kiselost uzoraka podoraničnog sloja na OPG-u Vitomir Vincek izražena u cmol/kg.

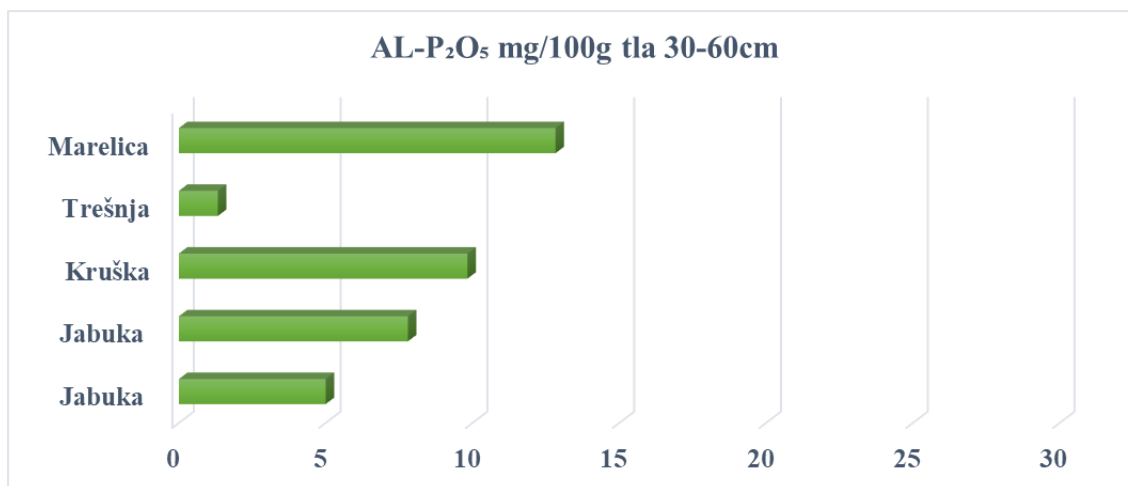
3.5. Fosfor i kalij u tlu

Prema Vukadinović i sur. (2011.) fosfor je nemetal koji se u prirodi, tlu i biljkama javlja u peterovalentnom obliku. Ulazi u sastav značajnih organskih spojeva, kao što su nukleoproteidi, fosfolipidi, enzimi i mnogi drugi, a posebice spojeva koji povezuju u metabolizmu endergone i egzergone reakcije. Ciklus fosfora sastoji se od razgradnje fosfornih spojeva u tlu, njihovog usvajanja biljkama i ponovnog nastanka minerala tla. Kako navodi Šimera (2017.) u svom radu biljke usvajaju fosfor isključivo u anionskom obliku i to kao H_2PO_4^- i HPO_4^{2-} , a ugrađuju ga, za razliku od dušika i sumpora, u organsku tvar bez redukcije. Fosfor u tlu potječe iz procesa razgradnje matičnih stijena, najviše apatita. Većina poljoprivrednih tala sadrže od 20 do 60 % organski vezanog fosfora, a on u tlo dospijeva nakon razgradnje biljnih ostataka ili dodatkom organskog gnojiva i podliježe procesu mineralizacije pod utjecajem mikroorganizama u tlu (Žalac, 2018.). Kalij je alkalni metal velike rasprostranjenosti u prirodi. U tlu i biljkama nalazi se samo kao jednovalentni kation (K^+) s redukcijskim svojstvima. Ne ulazi u sastav organske tvari, već se labavo veže, pretežito na proteine, ali svejedno ima vitalnu ulogu u uzgoju biljaka (Vukadinović i sur., 2011.) . Kalij u tlu potječe iz primarnih minerala kao što su feldspati, liskunu i drugi. Njihovim raspadanjem oslobađa se kalij koji se najvećim dijelom odmah veže na adsorpcijski kompleks tla te mu je pokretljivost i opasnost od ispiranja iz tla mala (Vukadinović i Lončarić, 1999). Prema Magdić i sur. (2015.) fiksacija je jača u površinskom sloju tla koji je nasuprot dubljim slojevima podvrgnut naizmjeničnom sušenju i vlaženju. Najpoznatija metoda i službena metoda utvrđivanja lakopristupačnog fosfora i kalija je AL

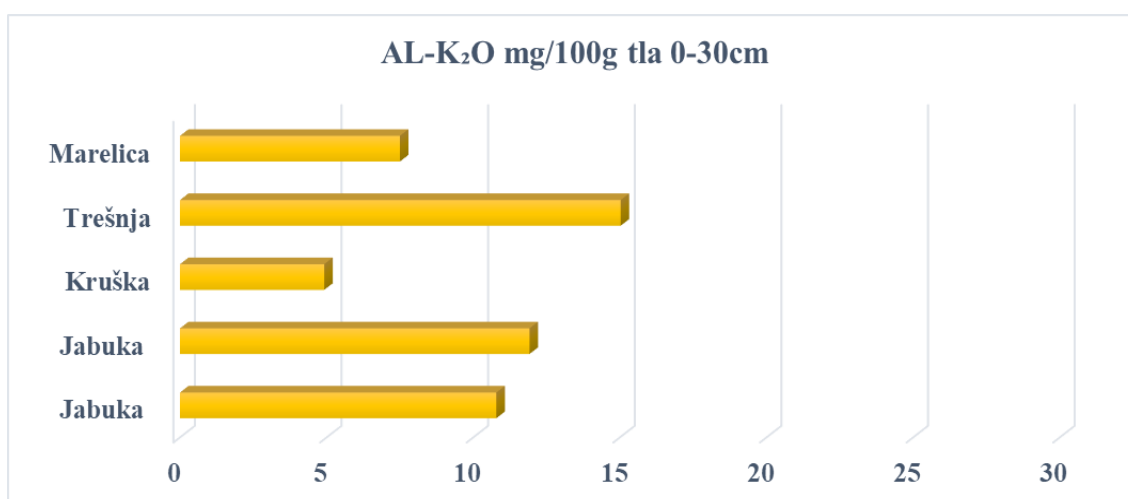
metoda što možemo zaključiti iz navoda u radu Flac (2016.) AL metoda je postupak ispitivanja biljkama pristupačnog kalija i fosfora u tlu. Smatra se pogodnijom od ostalih jer se od istog ekstrata određuje lakopristupačni kalij i fosfor, a pogodna je za određivanje lakopristupačnog fosfora u tlu sa širokim rasponom pH. Većina zemalja ovu metodu smatra kao službenu. Ista metoda analize se koristila i u istraživanjima na uzorcima OPG-a Vitomir Vincek gdje se količina fosfora (P_2O_5) u oraničnom sloju kretala od 2,17 mg/100g tla za uzorak 4 (trešnja) , pa sve do 21,2 mg/100g tla za uzorak 2 (jabuke 2) što se može vidjeti iz grafa 13. Količina fosfora (P_2O_5) u podoraničnom sloju kretala se od 1,33 mg/100g tla za uzorak 4 (trešnja) do 12,83 za uzorak 5 (marelica) što je vidljivo po grafu 14. Količina kalija (K_2O) u oraničnom sloju dobivena također AL metodom kretala se od 4,92 mg/100g tla za uzorak 3 (kruška) , do 15,03 mg/100g tla za uzorak 4 (trešnja) graf u kojem je to vidljivo graf 15. Za podoranični sloj dubine 30 cm-60 cm prema grafu 16 rezultati ispitivanih uzoraka kretali su se od 3,86 mg/100g tla za uzorak 3 (kruška) , pa sve do 9,5 mg/100g tla za uzorak 1 (jabuka). U usporedbi s prosječnim rezultatima Flac (2016.) za područje istočne hrvatske točnije Osječko baranjsku županiju gdje su dobiveni rezultati ostvarili prosjek od 20,26 mg P_2O_5 /100g tla primjećujemo nešto nižu razinu fosfora na rezultatima analiza tla OPG-a Vitomir Vincek gdje je prosjek bio 7,5 mg/100g tla. Kad usporedimo rezultate za kalij gdje je Flac (2016.) za područje Osječko baranjske županije dobila prosječne količine kalija od 24,67 mg K_2O /100g tla s rezultatima analize na OPG-u koji iznose 9,6 mg K_2O /100g tla možemo zaključiti da je količina kalija kao i fosfora dosta niža od rezultata istrživanja u Osječko baranjskoj županiji.



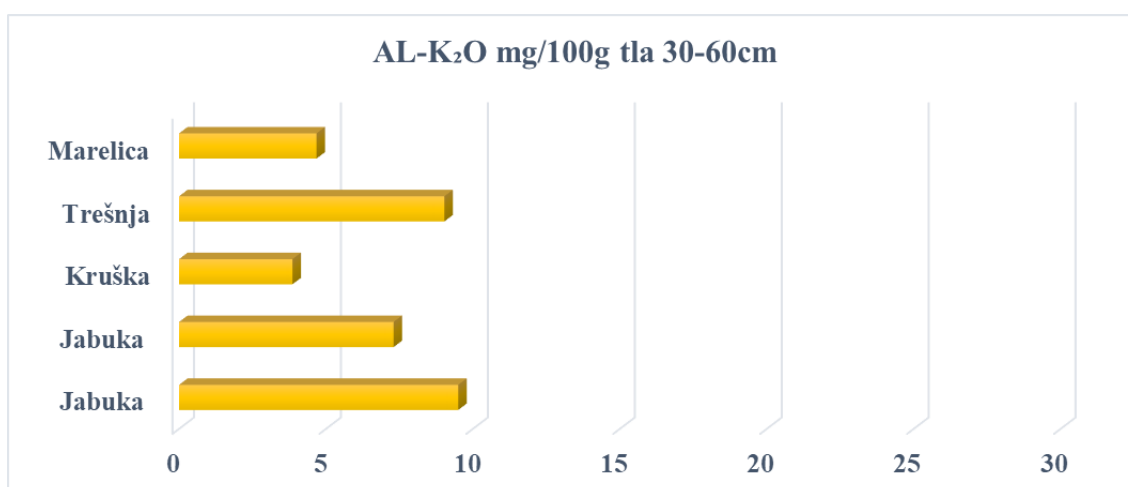
Graf 13. Količine P_2O_5 mg/100g tla u oraničnom sloju.



Graf 14. Količine P₂O₅ mg/100g tla u podoraničnom sloju.



Graf 15. Količine K₂O mg/100g tla u oraničnom sloju.



Graf 16. Količine K₂O mg/100g tla u podoraničnom sloju.

3.6. Gojdbene preporuke nakon analize tla na OPG - u

Iz tablice 8. možemo uvidjeti koliko je potrebno dodati kojeg hrniva i gnojiva da bi tlo bilo što bliže idelnom sastavu za pojedinu kulturu na OPG-u Vitomir Vincek. Da bi uspjeli stvoriti idealno tlo potrebno je obaviti određene zahvate gnojidbe i popravaka tla.

Za kulturu jabuke 1 i jabuke 2 te kulturu kruške nije potrebno obaviti kalcizaciju (tablica 8.) jer pH reakcija odgovara tim kulturama (graf 1. i 2.) i biljkama su dostupna sva potrebna hranjiva. U pogledu raspoloživosti hraniva optimalna slabo kisela pH reakcija (oko 6.5). U kiselijim tlima manja je raspoloživost Ca i Mg (manja zastupljenost izmjenjivih zemno-alkalnih kationa na koloidima tla), veća je opasnost gubitaka N denitrifikacijom i opasnost gubitka B ispiranjem, manja je raspoloživost Mo, izražena je opasnost kemijske fiksacije P slobodnim kationima Al, Fe i Mn koji imaju i izravno toksično djelovanje na korjenske dlačice reducirajući njihov rast i aktivnost. Nepovoljna je i povećana raspoloživost (topivost) štetnih elemenata (Cd, Cr, Pb). U alkalnim (ili karbonatnim) tlima viših pH reakcija veća je opasnost gubitaka N volatizacijom, povećano je antagonističko djelovanje Ca i Mg prema K, značajno je smanjena raspoloživost mikroelemenata (Fe, Mn, Zn, Cu, B), a također je izražena opasnost kemijske fiksacije P slobodnim kationima Ca (Lončarić i sur. 2015.). Iz tablice 8. vidimo da pH reakcija ne odgovara kulturama trešnja i marelica te je potrebno obavljati kalcizaciju sa 8,67 t/ha kalcija u trešnjama i 7,09 t/ha kalcija u marelicama. Prema preporukama dobivenim u analizama kako bi postigli idealan pH za trešnju je potrebno deponatorima unijeti 21,68 t/ha CaCO_3 što dublje u tlo, a za marelicu 17,73 t/ha CaCO_3 isto tako deponatorimaa što dublje u tlo.

U tablici 8. prikazane su količine stajskog gnoja koje je potrebno unijeti svake 3. godine u tlo, zbog produženog djelovanja koje se događa uslijed postepenog razlaganja stajskog gnoja. Stajski gnoj povoljno djeluje na humoznost tla koja je na uzorcima OPG-a dosta niska što je vidljivo iz grafova 6. , 7. i 8. Humoznost je potrebno poboljšati zbog niza faktora koji povoljno djeluju na rast i razvoj biljaka. Kako navodi Lončarić (2015.) veća humoznost tala (veći sadržaj humusa) povećava potencijal mineralizacije, elastičnost i puferna svojstva tla, apsorpcijski kompleks tla i raspoloživost hraniva. Potencijal godišnje mineralizacije N u tlima s manje od 1% humusa kreće se oko 20-25 kg/ha, a u tlima s 2 % humusa oko 45-55 kg/ha, dok u tlima s više od 4 % potencijal je više od 90 kg/ha. U tablici 8. prikazano je da bi za uzorke jabuka 1. i 2. trebalo inkorporirati 45-47,5 t/ha stajskog gnoja kako bi se humoznost podigla na optimalnu razinu. Za uzorke kruška i trešnja potrebno je inkorporirati 35-40 t/ha stajskog gnoja , za marelicu 42,5-45 t/ha stajskog gnoja.

Prema preporukama Biotech centra stajnjak se razbacuje od studenog do prosinca jer u to vrijeme nema puno radova u voćnjaku.

Kako prikazuje tablica 8. na svim analiziranim lokalitetima na OPG-u Vitomir Vincek potrebno je dodati kroz vegetaciju određene količine mineralnih gnojiva. Na lokalitetu jabuka 1 uočen je nedostatak dušika, fosfora i kalija u količinama od 110,5 kg/ha N , 140 kg/ha P i 210 kg/ha K. Prema preporukama Biotech-a potrebe za N, P i K podmiruju se u razdoblju od studenog do prosinca s N:P:K 7:20:30 u količini 700kg/ha, u ožujku inkorporirati 75 kg/ha UREE i u svibnju sa 100 kg/ha KAN-a. Za lokalitet jabuka 2 nedostatak dušika, fosfora i kalija iznosi 100,5 kg/ha N, 82,5 kg/ha P i 165 kg/ha K. Navedene količine N, P i K potrebno je podmiriti u razdoblju od studenog do prosinca s N:P:K 5:15:30 u količini od 550 kg/ha, zatim u ožujku i svibnju sa 100kg/ha UREE i KAN-a . Uzorak analize lokacije kruške prikazuje nedostatak dušika, fosfora i kalija u količinama od 91,5 kg/ha N, 90 kg/ha P i 180 kg/ha K. Preporuka je kao i za jabuke u razdoblju studeni – prosinac unijeti 600 kg/ha N:P:K 5:15:30 , a u ožujku inkorporirati 75 kg/ha UREE i u svibnju dodati 100 kg/ha KAN-a. Lokacija trešnje prikazuje deficit dušika, fosfora i kalija u količini od 113 kg/ha N, 130 kg/ha P i K . Navedene deficite N, P i K preporučeno je podmiriti s 500 kg/ha N:P:K 8:26:26 u razdoblju mirovanja vegetacije , dok je prije pupanja potrebno zaorati 100 kg/ha UREE , a u svibnju dodati 100 kg/ha KAN-a. Tablica 8. također prikazuje deficit dušika, fosfora i kalija na uzorku marelice. Deficit je preporučeno podmiriti u razdoblju od studenog do prosinca s 550 kg/ha N:P:K 7:20:30 te sa po 100 kg/ha UREE u ožujku i 100 kg/ha KAN-a u svibnju.

Tablica 8. Prikaz gnojidbenih preporuka nakon analize tla na OPG-u Vitomir Vincek.

Kultura	Ca t/ha	Stajski gnoj t/ha	N kg/ha	P kg/ha	K kg/ha	Fertina V (l/100 l vode)
Jabuka 1	-	45,0-47,5	110,5	140	210	1
Jabuka 2	-	45,0-47,5	100,5	82,5	165	1
Kruške	-	35,0-37,5	91,5	90	180	1
Trešnje	8,67	37,5-40,0	113	130	130	-
Marelice	7,09	42,5-45,0	111,5	110	165	-

4. ZAKLJUČAK

Na OPG-u Vitomir Vincek provedena je analiza tla u svrhu kontrole plodnosti tla postojećih višegodišnjih nasada. Utvrđeni rezultati i parametarske analize tla iskoristiti će se za utvrđivanje trenutne plodnosti tla te izraditi gnojidbene preporuke kao i agrotehnički zahvati potrebni za poboljšanje kvalitete tla. Priprema tla prije sadnje je najbitnija stavka u podizanju višegodišnjih nasada, ovim terenskim i laboratorijskim istraživanjem dobili smo potrebne i vrlo bitne podatke i parametre na kojima će se osnivati kako osnovne gnojidbe pri podizanju višegodišnjih nasada tako i redovne gnojidbe i prihrane na već postojećim nasadima. Utvrđeno je kako 70 % istraživanih uzoraka tala pripada klasi kiselih tala (40 % uzoraka pripada klasi jako kiselih tala <4,5 pH jedinica, 10 % uzoraka pripada klasi kiselih tala 4,5-5,5 pH jedinice te 20 % tala pripada klasi slabo kiselih tala 5,5-6,5 pH jedinice) 10 % klasi neutralnih tala, dok 20 % pripada alkalnoj klasi. Na temelju preporuka potrebno je izvršiti neutralizaciju suvišne kiselosti aplikacijom CaCO_3 17 do 22 t/ha ovisno o kulturi i analizi tla. Utvrđeni sadržaj organske tvari na svim uzorcima je <3 % te je nužno provoditi mjeru organske gnojidbe. Sadržaj biljci lakopristupačnih P_2O_5 i K_2O je nizak te je nužno provoditi gnojidbu svih nasada s 82,5 do 140 kg P/ha te 130 do 210 kg K/ha ovisno o kulturi. Sustavnim monitoringom i provedbom kontrole plodnosti tla na OPG-u imamo uvid u stanje plodnosti tla te na temelju precizne i kvalitetne gnojidbe postizemo veće i kvalitetnije prinose uz manje ekološko opterećenje agroekosustava.

5. LITERATURA

1. Butorac A. (1999.) - Opća agronomija, Školska knjiga, Zagreb, 648
2. Husnjak, S., Halamić, J., Šorša, A., Rubinić, V., (2010.), Pedološke, geološke i geokemijske značajke lokacija uključenih u projekt geokemijskog kartiranja poljoprivrednog zemljišta i pašnjaka u Republici Hrvatskoj, Izvorni znanstveni članak, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za pedologiju, Hrvatski geološki institut, Zavod za geologiju, Zagreb, 173-190
3. Ketterings, Q., Reid, S., Rao R. (2007.), Cation Exchange Capacity (CEC), Nutrient Management Spear Program, Cornell Nutrient Analysis Laboratory, Cornell University Cooperative Extension
4. Lončarić (2005.) 'Agrokemija', Praktikum za studente, Poljoprivredni fakultet, Osijek.
5. Lončarić i sur. : Mineralna gnojiva i gnojidba ratarskih usjeva (2015.) - http://www.agroekologija.com/agri-conto-cleen/wp-content/uploads/2015/03/Mineralna_gnojiva_i_gnojidba_ratarskih_usjeva.pdf
6. Lončarić i sur. : Plodnost tala i gospodarenje organskim gnojivima (2019.) - <http://www.impact-envi.eu/wp-content/uploads/2019/07/ptgog-r.pdf>
7. Lončarić i sur. : Uzorkovanje tla i biljke za agrokemijske i pedološke analize (2014.) - http://www.agroekologija.com/agri-conto-cleen/wp-content/uploads/2014/03/02_Uzorkovanje_tla_i_biljke_za_agrokemijske_i_pedoloske_analize.pdf
8. Lončarić, Z., Rastija, D., Karalić, K., Popović, B., Ivezić, V., Lončarić, R. (2015.): Kalcizacija tala u pograničnome području, Poljoprivredni fakultet u Osijeku: 1-68.
9. Martinović, J. (1997.), Tloznantsvo u zaštiti okoliša, Priručnik za inženjere, Državna uprava za zaštitu okoliš, Zagreb, 288
10. Martinović, J. (2000.), Tla u Hrvatskoj, Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša, Zagreb, 269
11. Mutavdžić Pavlović, D. (2014.), Kemijski i biokemijski procesi u tlu i sedimentu, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Diplomski studij Primijenjena kemija, Zagreb, 32

12. Stančević A. (1987.) - Opšte voćarstvo, Litopapir, Čačak, 299
13. Stančević A. (1980.) - Kruška, Nolit, Beograd, 298
14. Škorić, A., i sur. (1977.), Tla Slavonije i Baranje, Projektni savjet pedološke karte S.R. Hrvatske, Izdavački zavod Jugoslavenske akademije Zagreb, Gundulićeva 24, 256
15. Škorić (1982.) 'Priručnik za pedološka istraživanja', Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb
16. Škorić, A., Filipovski, G., Ćirić M., (1985.), Klasifikacija tala Jugoslavije, Posebna izdanja, knjiga 13, Akademija nauka i umjetnost BiH, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, Sarajevo
17. Škorić, A. (1986.), Postanak, razvoj i sistematika tla, Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
18. Škorić (1991.) 'Sastav i svojstva tla; Pedološko i biljnoekološko značenje', Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb.
19. Vukadinović i Bertić (1998.) 'Prktikum iz agrokemije i ishrane bilja', Poljoprivredni fakultet, Osijek.
20. Vukadinović i Vukadinović (2011.) 'Ishrana bilja', Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek
21. Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2016.), Tlo, gnojidba i prinosi, Što uspješan poljoprivrednik mora znati o tlu, usjevima, gnojidbi i tvorbi prinosa, Osijek, 282
22. Zebec, V., Semialjac, Z., Marković, M., Tadić, V., Radić, D., Rastija, D. (2006.) Utjecaj fizikalnih i kemijskih svojstava različitih tipova tla na optimalno stanje vlažnosti za obradu, Fakultet agrobiotehničkih znanosti, Poljoprivredni institut Osijek,
23. Škorić, A. (1992.): Priručnik za pedološka istraživanja. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet poljoprivrednih znanosti – Zagreb, Zagreb.
24. Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2011): Ishrana bilja. Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Osijek.