Režim vlažnosti antropogenog terestričkog tla pri uzgoju šljive i jabuke

Kovačević, Klara

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:914917

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

REŽIM VLAŽNOSTI ANTROPOGENOG TERESTRIČKOG TLA PRI UZGOJU ŠLJIVE I JABUKE

DIPLOMSKI RAD

KLARA KOVAČEVIĆ

Zagreb, rujan, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:
Agroekologija

REŽIM VLAŽNOSTI ANTROPOGENOG TERESTRIČKOG TLA PRI UZGOJU ŠLJIVE I JABUKE

DIPLOMSKI RAD

KLARA KOVAČEVIĆ

Mentor: prof. dr. sc. Stjepan Husnjak

Zagreb, rujan, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Klara Kovačević**, JMBAG: 0178081703, rođena 19.12.1990. u Sisku, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom: **REŽIM VLAŽNOSTI ANTROPOGENOG TERESTRIČKOG TLA PRI UZGOJU ŠLJIVE I JABUKE**

Svojim potpisom jamčim:

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

U Zagrebu, dana _____ _____

Potpis studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Klara Kovačević**, JMBAG: 0178081703, naslova

REŽIM VLAŽNOSTI ANTROPOGENOG TERESTRIČKOG TLA PRI UZGOJU ŠLJIVE I JABUKE obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo:			potpisi:
1.	Prof. dr. sc. Stjepan Husnjak	mentor	_____
2.	Prof. dr. sc. Zlatko Čmelik	član	_____
3.	Doc. dr. sc. Danijela Jungić	član	_____

Sažetak

U Republici Hrvatskoj šljiva i jabuka predstavljaju najzastupljenije voćarske kulture. Istraživanja vezana za uzgoj važna su kako bi se utvrdilo stanje, poduzele potrebne mjere i na taj način ostvarili ekonomski opravdani rezultati. Jedno od takvih istraživanja, koje uključuje praćenje režima vlažnosti i proračuna bilance oborinske vode, provedeno je u svrhu izrade ovog rada. Istraživanje je provedeno na pokušalištu Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu kroz vegetacijsko razdoblje od travnja do rujna 2016. godine u nasadu šljive i jabuke uzorkovanjem tla u dekadnim razmacima na dvije dubine (0-20 cm, 20-40 cm) te je gravimetrijskom metodom određen sadržaj vlage u tlu. Za potpuni prikaz stanja agroekoloških uvjeta korišteni su relevantni meteorološki podaci te su laboratorijski određene osnovne fizikalne i kemijske značajke tla iz pedološkog profila otvorenog na lokaciji istraživanja.

U prikazu režima vlažnosti utvrđeno je kako količinske vrijednosti vlage u uzgoju šljive i jabuke nisu padale ispod točke venuća što ukazuje da kulture nisu imale kritična razdoblja vodnog stresa. Proračun bilance oborinske vode pokazao je manjak vode u 2016.godini za obje kulture, a izražen je tijekom ljetnih mjeseci. Za šljivu je iznosio 56,5 mm, a za jabuku 66,9 mm. Dobiveni podaci su uspoređeni statističkim testovima nije utvrđena signifikantna razlika između režima vlažnosti šljive i jabuke.

Ključne riječi: *režim vlažnosti tla, šljiva, jabuka, bilanca oborinske vode*

Abstract

In the Republic of Croatia plum tree and apple tree represents most importnant fruit cultures. Researches that include those cultures and all other cultures are very importnaint becouse we must determinate situation and include needed procedures to insure economically justified results. This research include survey about soil moisture regime and soil rain water balance. It was made on experimental table of Agronomy faculty University of Zagreb threw vegetation season from april to september of 2016. in orchard of plum and apple trees. Sampling was conducted on 0-20 cm depth of soil and 20-40 cm. Soil moisture was defined by gravimetric method. Complete state was determinated by using relevant meteorological data and some importnaint fizical and chemical characteristics were determinated in laboratory of Faculty.
Results said that soil moisture content in plum tree cultivation and apple tree cultivation did not decrese under value of the point of wilting on neather depth of soil so cultures did not went in water stres periods. Estimate of soil rain water balance showed deficit of water threw 2016. for both cultures and it was expressed in summer months. For plum tree the value was 56,5 mm and for apple tree was 66,9 mm. Recived data were compared whit statistic tests which showed that difference between plum and apple tree were not significant considering all climat and soil conditions.

Keywords:*soil moisture regime, soil rainwater balance, plum tree, apple tree*

Sadržaj

1. UVOD....1
2. PREGLED LITERATURE....2
2.1. ŠLJIVA....2
2.2. JABUKA....4
2.3. REŽIM VLAŽNOSTI TLA U NASADIMA VOĆARSKIH KULTURA....5
3. MATERIJAL I METODE....6
3.1. ORGANIZACIJA ISTRAŽIVANJA....6
3.1.1. LOKACIJA ISTRAŽIVANJA....6
3.1.2. UZORKOVANJE TLA....7
3.2. METEOROLOŠKI PODACI....8
3.3. LABORATORIJSKE ANALIZE TLA....9
3.3.1. ANALIZA FIZIKALNIH ZNAČAJKI TLA....9
3.3.2. ANALIZA KEMIJSKIH ZNAČAJKI TLA....11
3.4. IZRAČUN EVAPOTRANSPIRACIJE....12
3.5. IZRAČUN BILANCE VODE....13
3.6. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA....13
4. REZULTATI I RASPRAVA....13
4.1. AGROEKOLOŠKE ZNAČAJKE VOĆNJAKA....13
4.1.1. AGROTEHNIČKE MJERE U VOĆNJAKU....14
4.1.2. ZNAČAJKE KLIME....14
4.1.3. ZNAČAJKE TLA....16
4.2. REŽIM VLAŽNOSTI TLA....18
4.3. BILANCA VODE U TLU....20
4.3.1. REFERENTNA EVAPOTRANSPIRACIJA....20
4.3.2. BILANCA VODE U UZGOJU ŠLJIVE....21
4.3.3. BILANCA VODE U UZGOJU JABUKE....22
4.4. RASPRAVA....22
4.5. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA....23
5. ZAKLJUČAK....25
6. LITERATURA....26

1. Uvod

Tlo je jedan od temeljnih resursa esencijalnih za život čovjeka i brojnih ekosustava. Njegove uloge su višestruke i protežu se kroz sve ljudske djelatnosti. Ono je bazni medij u proizvodnom ciklusu, medij biogeokemijskih kruženja na Zemlji pod utjecajem enormne bioraznolikosti tla, bez kojih život ne bi bio moguć. Važnost tla je i kao faktora u prostoru te multidisciplinarnog "ogledala" za rekonstrukciju prošlosti. Nesavjesno i sebično manipuliranje tlom, ali i cijelom biosferom, rezultira nizom degradacijskih i razornih procesa koji imaju itekako dugoročne posljedice. Uz tlo je usko vezan i ciklus vode na Zemlji, čiji deficit i višak imaju ključni utjecaj na poljoprivrednu djelatnost, a uzrok se traži u narušavanju prirodnih ekosustava i klimatskim promjenama koji nastaju zbog nesavjesnog djelovanja i invazivnosti čovjeka kao vrste.

Manjak vode u poljoprivrednoj proizvodnji u Republici Hrvatskoj predstavlja veliki problem pri postizanju zadovoljavajućih prinosa a uvjeti za intenzivnu proizvodnju na većem dijelu poljoprivrednih površina u Hrvatskoj su otežani (Husnjak, 2000.). Postotci navodnjavanih površina su veoma mali što pojačano otežava proizvodnju i prema Košutić i sur., (2001.), proizvodnja u takvim uvjetima isključivo ovisi o sadržaju vlage u tlu te rasporedu i intenzitetu oborina kroz godinu.

Zbog postojeće problematike nužno je imati uvid u pedološke i hidrološke značajke proizvodnog područja. Malo je područja na svijetu koja imaju uravnoteženu vodnu bilancu u kojoj se tijekom godine, odnosno vegetacijskog razdoblja ne pojavljuje višak i/ili nedostatak vode (Ondrašek i sur., 2015). U današnjim uvjetima proizvodnje neophodno je provoditi daljnja istraživanja koja bi dala jasniju sliku dinamike vlage unutar pedološkog profila uzgojne površine i podatke o realnim potrebama kulture za vodom tijekom vegetacijskog ciklusa.

Ovaj rad prikazuje istraživanje provedeno u periodu od travnja do rujna 2016. godine na pokušalištu fakultetskog dobra Agronomskog fakulteta u Zagrebu u uzgoju šljive i jabuke u cilju utvrđivanja režima vlažnosti i utjecaja pojedine voćne vrste na režim vlažnosti za istraživano razdoblje.

2. Pregled literature

2.1. Šljiva

Šljiva (lat. *Prunus domestica*) je široko rasprostranjena biljna vrsta koja prema klasifikaciji spada u odjeljak kritosjemenjača (lat. *Magnoliophyta*), klasu dvosupnica (lat. *Dicotyledones*), porodicu ruža (lat. *Rosaceae*), potporodicu koštičavog voća (lat. *Prunoideae*) te rod šljiva i srodnika (lat. *Prunophora*). Pri uzgoju šljive glavni problem stvara izbor prikladnih podloga slabije bujnosti, izbor sorti krupnog ploda raznovrsne namjene i veće razdoblje dozrijevanja (Miljković I., 1991.). Glavnina korijenovog sustava (70%) se razvija vertikalno na 50 cm dok horizontalno može doseći i više od 8 m. Šljive razvijaju izdanke i izbojke za razmnožavanje što ju čini veoma rasprostranjenom voćnom vrstom (Miljković I., 1991.). Krošnja je različitog oblika, od piramidalnog do oblika kišobrana sa granama koje moga razviti i trnje. Lišće je jednostavno, nazubljenog ruba, spiralno raspoređeno kako bi ravnomjerno iskoristilo sunčevu energiju za fotosintezu. Cvjetovi su pojedinačni ili u cvatu (gronja) te dvospolni. Mogu biti samooplodne ili stranooploodne sorte uz prisutnost oprašivača te 3-4 košnice pčela na hektar. Plod šljive je koštunica težine 3-70 grama ovisno o sorti, a razlikuju se i prema bujnosti i vremenu dozrijevanja. Prednost šljive kao vrste je ta što dozrijeva i na tlima lošije kvalitete te u hladnijem klimatu. Temperature za vrijeme vegetacije utječu na ravnomjernost rasta ploda te kvalitetu i dozrijevanje. Najoptimalniji ekološki uvjeti su umjerena kontinentalna klima sa srednjim godišnjim temperaturama od 9°C do 11°C i srednjim ljetnim temperaturama od 17°C do 20 °C te relativnom vlagom zraka 90-95 %. Kritična granica oborina je 600 mm (Krpina, I., 2004.). Za normalni početak vegetacije nužno je da za vrijeme zimskog mirovanja šljiva bude izložena temperaturi od 0°C do 7.2 °C u trajanju od 700 do 1700 sati. Šljiva je osjetljiva na vjetar i raspored oborina tijekom lipnja, srpnja i kolovoza. Najbolje uspjeva na dubljim dobro dreniranim tlima lakšeg teksturnog sastava, dobre strukture i opskrbljenosti hranjivima, osobito N i K kao najvažnijim biogenim elementima za porast i razvoj mladih nasada (Miljković I., 1991.). Za uzgoj su pogodna nezaslanjena tla sa pH vrijednosti 6.5- 7.5. Plodovi sazrijevaju u kolovozu, rujnu i listopadu ovisno o sorti. Prednost šljive je što ne zahtjeva redovito i obilno orezivanje. U periodu dubokog mirovanja podnosi i do -30°C. Prije podizanja nasada površinu je potrebno očistiti, gnojiti sa NPK te zatim rigolati na dubini od 50 do 70 cm. Podloge mogu biti vegetativne i generativne, preporuča se Prunus myrobalans, Juliana, Dascena i druge.



Slika 1. Šljiva u travnju
Izvor: www.poljoinfo.com



Slika 2. Šljiva u rujnu
Izvor: www.val-znanje.com

Uzgoj u Republici Hrvatskoj ima prednost u uzgoju šljiva u odnosu na zapadnoeuropske zemlje zbog povoljnih ekoloških uvjeta i kakvoće plodova, osobiti domaća sorta Bistrica. Zastupljene su još i sorte Stanley koji je uz Bistricu pogodan za preradu te stolne sorte Ruth Gerstetter i California Blue. Za područje Dalmacije i Istre pogodne su kinesko-japanske sorte odlične kakvoće, a za kontinentalni dio Hrvatske: Bistrica, Stanley, Čačanska, Talijanka, gore navedene stolne sorte te President. U tablici 1. prikazan je uzgoj šljive u periodu od 2011.-2015. godine gdje jasno vidimo relativno jednaku zasađenost površina, ali i drastičan pad ukupne proizvodnje.

Tablica 1. Uzgoj šljive u RH od 2011.-2015. godine

	2011.	**2012.**	**2013.**	**2014.**	**2015.**
Ukupna proizvodnja (t)	36919	15047	39262	8088	12886
Intenzivna proizvodnja-za tržište (t)	24849	9936	29349	5649	9069
Ekstenzivna proizvodnja-za vlastite potrebe (t)	12070	5111	9913	2439	2817
Površine (ha)	5522	5542	4403	4848	5117
Prirod (t/ha)	4,5	1,8	6,7	1,2	1,8

Izvor: www.dzs.hr

2.2. Jabuka

Jabuka (lat. *Malus domestica*) je voćna vrsta prema kojoj se određuju trendovi voćarstva u Republici Hrvatskoj. Prema klasifikaciji pripada odjeljku kritosjemenjača (lat. *Magnoliophyta*), klasi dvosupnica (lat. *Dikotyledones*), redu ruža (lat. *Rosales*), porodici ruža (lat. *Rosaceae*) i potporodici jezgričavog voća (lat. *Pomoideae*). Jabuka ima velike zahtjeve prema vodi u tlu i prema vlažnosti zraka što ju čini biljkom humidnih područja. Tijekom vegetacije zahtjeva do 800 mm oborina, a godišnje i preko 1000 mm (Miljković, I. 1991.). Nasadi bi se trebali podizati na tlima dubine veće od 80 cm, dobre propusnosti, lake do umjereno teške teksture sa pH vrijednosti od 6.5 do 7.5. Cvat jabuke je gronja s 5-6 cvjetova, no u idealnim uvjetima razvija se 1-2 ploda po cvatu. Dužina faza u vegetaciji ovisi o odlikama sorte te svim biotskim i abiotskim čimbenicima. Prema vremenu cvatnje mogu biti rane, srednje rane i kasne sorte. Jabuke su autosterilne, a diploidi su bolji oprašivači od triploidnih sorti. U nasadu je važno postaviti 3-4 košnice sa pčelama na ha, te je važno nasad podignuti na osunčanim, prozračnim terenima sa manjim rizikom od utjecaja mraza.



Slika 3. Jabuka u cvatnji

Izvor: www.os-martinajec.skole.hr



Slika 4. Jabuka u punom rodu

Izvor: www.agroklub.com

Podloge za jabuku mogu biti generativne i vegetativne (bolji rezultati), najpoznatije su iz serije M i MM, a dijele se na slabo bujne, srednje bujne i bujne. Potrebne temperature u vegetaciji su 14-19 °C. Jabuka zimi podnosi temperature od -25 do -28 °C. Priprema nasada se obavlja ljeti ili u jesen operacijom rigolanja nakon koje je potrebno površinu pretanjurati. Za podizanje nasada gustog sklopa predlažu se razmaci 3.2x1.2 m tj. 2604 sadnica po hektaru (Krpina, I., 2004.). Održavanje nasada se obavlja rezidbom u fazi mirovanja ili u vegetaciji te se kosi međuredni prostor. Odabir sorte ovisi o zahtjevima tržišta. U tablici 2. prikazan je uzgoj jabuke u RH u periodu od 2011. do 2015. godine gdje je vidljiv pad ukupne proizvodnje dok je zasađenost površina relativno podjednaka.

Tablica 2. Uzgoj jabuke u RH u razdoblju od 2011.-2015.

	2011.	**2012.**	**2013.**	**2014.**	**2015.**
Ukupna proizvodnja (t)	112931	44765	128211	102335	101752
Intenzivna proizvodnja-za tržište (t)	99676	37414	121738	96703	96182
Ekstenzivna proizvodnja-za vlastite potrebe (t)	13255	7351	6473	5632	5570
Površine (ha)	6553	5980	5377	5944	5756
Prirod (t/ha)	15,2	6,3	22,6	16,3	16,7

Izvor: www.dzs.hr

2.3. Režim vlažnosti tla u nasadima voćarskih kultura

Opće poznata činjenica je važnost vode u funkciji života biljke te je stoga praćenje režima vlažnosti neizostavna aktivnost u biljnoj proizvodnji. Prema Rhode-u (1969.), vodni režim tla predstavlja sveukupne pojave premještanja vode u tlu, promjene zaliha vode po dubini profila i razmjenu vode između tla i drugih prirodnih tijela dok je bilanca vode količinski izraz za vodni režim tla i predstavlja sveukupne pojave premještanja vode u tlu i razmjenu u sustavu tlo-biljka-atmosfera (Šimunić, 2013.). Sam režim vlažnosti nije identičan pojam vodnom režimu već on predstavlja periodične promjene vlažnosti tla po dubini profila i dio je vodnog režima tla (Racz, 1981.).

Hidropedološke ili vodne konstante se definiraju kao ravnotežna stanja između sisajućih čestica tla i vode (Špoljar, A., 2007.). Imaju važnu ulogu u određivanju režima vlažnosti.

- Kapacitet tla za vodu je sposobnost tla da u mikroporama zadrži određenu količinu vode nakon cijeđenja suvišne vode iz makropora pod utjecajem gravitacije.
- Retencijski kapacitet tla za vodu odgovara sloju tla iznad razine podzemne vode i ima višu vrijednost u odnosu na poljske uvjete. Jednak je osmotskom tlaku od 0.33 bara (pF=2.52),
- Točka venuća (Tv) je ravnotežno stanje između sisajućih sila korijenovog sustava i čestica tla pri kojem biljka počinje venuti. Tlak držanja vode je 15 bara (pF=4.2),
- Fiziološki aktivna voda (Fav) je biljkama pristupačna voda u rasponu između vrijednosti kapaciteta tla za vodu i točke venuća, vezana je silom manjom od 15 bara. Računa se iz razlike vrijednosti poljskog kapaciteta i retencije vlage kod 15 bara.
- Maksimalni kapacitet tla za vodu (Mkv) je zbroj mikro i makro pora, tj. ekvivalentan je porozitetu tla. To je stanje potpune saturacije tla vodom (Špoljar, A.,2007.).

Sadržaj vlage u tlu se može odrediti direktno i indirektno. Gravimetrijska metoda je najtočnija kojom se vlaga određuje direktno. Kod ostalih kvalitativnih i kvantitativnih metoda

određivanje vlage se vrši indirektno (Olson, D.F. i Hoover, M.D.,1954., Johnson, A.I., 1962.).

Kritična razdoblja za uzgoj šljive i jabuke, a tako i ostalih voćarskih kultura je u prve tri godine nakon sadnje, ovisno o vrsti, kada je nužno osigurati dostatne količine vode za biljku, a sve uz pravilno određivanje obroka navodnjavanja ukoliko potrebna količina vlage nije osigurana oborinama (Strang, J.). Nedostatak vlage može reducirati prinose čak do 90% (Mađar, S., i sur., 1998.). Pri uzgoju jabuke voda je ključna u postizanju adekvatne veličine plodova i ukoliko nema vlage jabuka zaustavlja rast ploda (Strang, J.) iako, ovisno o sorti, jabuka ima sposobnost tolerancije vodnog stresa dok plodovi ne postignu 1/3 ili ½ veličine (Goldhamer, D. A., 2003.). Također, kritični period za vodni stres jabuke je faza formiranja cvjetova, te većina fenofaza kod sorata koje rano dozrijevaju (Lamont, W.J., 2017.). Kod šljive su kritični periodu u fazi formiranja cvjetova i za rane sorte (Lamont, W.J., 2017.), te period oko tri tjedna prije berbe (Strang, J.).

3. Materijal i metode

3.1. Organizacija istraživanja

Istraživanje je organizirano u svrhu određivanja režima vlažnosti u tlu i trendova iskorištavanja vode iz tla od strane voćnih vrsta na površini zasađenoj kolekcijom različitih voćnih sorata. U domeni ovoga rada nalaze se po četiri morfološki slične jabuke i šljive oko kojih je uzorkovano tlo na dvije dubine u periodu od šest mjeseci sa dovoljnim brojem ponavljanja kako bi se rezultati mogli statistički obraditi.

3.1.1. Lokacija istraživanja

Površina na kojoj se provodilo istraživanje se nalazi na pokušalištu fakultetskog dobra Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Nasad voćnih vrsta je kolekcija sorata Zavoda za voćarstvo podignuta na 1200 m² (Slika 5.). U nasadu se nalaze različite voćne vrste koje služe kao pokusni nasad za istraživanja domaćih i introduciranih genotipova voćnih vrsta. Razmak između redova je 3 m, a između stabala 90- 100 cm. Svrha kolekcije je promatranje fenoloških faza, učenje pravilne rezidbe, razmnožavanja i karakteristika vrsta u kolekciji.



Slika 5. Lokacija istraživanja, kolekcija voćnih vrsta Zavoda za voćarstvo

Pokušalište se nalazi u sklopu parka Maksimir na 123 m nadmorske visine.



Slika 6. Satelitska snimka Agronomskog fakulteta u Zagrebu
Izvor: www.google-maps

3.1.2. Uzorkovanje tla

Uzorkovanje tla u ovom istraživanju obavljano je metalnom sondom (Slika 7.) u porušenom stanju. Uzorkovanje je provedeno u periodu od travnja do rujna. Prvo uzorkovanje je obavljeno 04.04.2016., a posljednje 29.09.2016. Uzorci su uzimani tri puta mjesečno u otprilike pravilnim vremenskim intervalima. Uzorkovano je 216 uzoraka tla za potrebe ovoga rada. Uzorkovanje se uvijek provodilo na 40 cm udaljenosti od debla voćke u tri ponavljanja između kojih je razmak iznosio 15 cm, a dubina uzorkovanja je 20 i 40 cm. Staklene bočice sa uzorcima u vlažnom stanju su sušene u laboratoriju Zavoda za pedologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u peći tipa "Heraeus" (Slika 8.) na 105 °C u vremenu od 24 sata. Neposredno prije sušenja uzorci su vagani i u vlažnom stanju, na vagi marke "Sartorius".



Slika 7. Sonda za uzorkovanje tla



Slika 8. Peć za sušenje tla

Nakon sušenja uzorci su ponovno vagani kako bi se odredila razlika u masi tla putem gravimetrijskih izračuna te su maseni postotci, pomoću volumne gustoće, preračunati u volumne postotke. Za daljnje potrebe istraživanja određena je prosječna vrijednost od tri ponavljanja za svaku dubinu.

Za potrebe fizikalnih i kemijskih analiza otvoren je profil tla na pogodnoj lokaciji u pokušalištu te je izvršeno uzorkovanje tla po genetskim horizontima.

3.2. Meteorološki podatci

Za potrebe istraživanja korišteni su meteorološki podatci Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ) za meteorološku postaju Maksimir (Slika 9.) koja se nalazi na 123 m nadmorske visine, zauzima 45° 49′ N geografske širine i 19° 02′ E geografske dužine. Zatraženi su podatci srednjih mjesečnih i godišnjih temperatura zraka, sume mjesečnih i godišnjih oborina u razdoblju od 1997. do 2016. godine te podatci o srednjim mjesečnim i godišnjim vrijednostima za insolaciju, brzinu vjetra, relativnu vlažnost zraka, temperaturu zraka i temperature za 2016. godinu. Ovi podatci su nužni za određivanje referentne evapotranspiracije potrebne za izračun bilance vode u tlu.



Slika 9. Meteorološka postaja Maksimir

Izvor: www.crometeo.hr

3.3. Laboratorijske analize tla

Fizikalne i kemijske analize provedene su u laboratoriju Zavoda za pedologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Značajke tla i pedosistematska pripadnost utvrđene su temelju uzoraka u porušenom i neporušenom stanju uzorkovanih iz pedološkog profila na istraživanom pokušalištu. Uzorci za analize pripremljeni su u skladu sa normom HRN ISO 11464:2009, a fizikalni i kemijski parametri prema Priručniku za pedološka istraživanja (Škorić, A., 1982.), prema Priručniku za terenska i laboratorijska istraživanja (Pernar, I., i sur.,2013.) te prema normama HRN ISO.

3.3.1. Analiza fizikalnih značajki tla

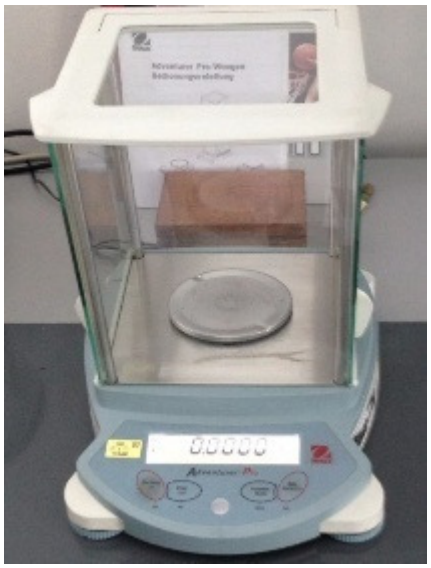
Od fizikalnih značajki određen je mehanički sastav, ukupni porozitet (P), trenutna vlaga tla, kapacitet tla za vodu (Kv) pri 0.33 i točka venuća (Tv) pri 15 bara te volumna gustoća tla ($\rho_{v)}$ i gustoća čvrstih čestica (ρ_p) .

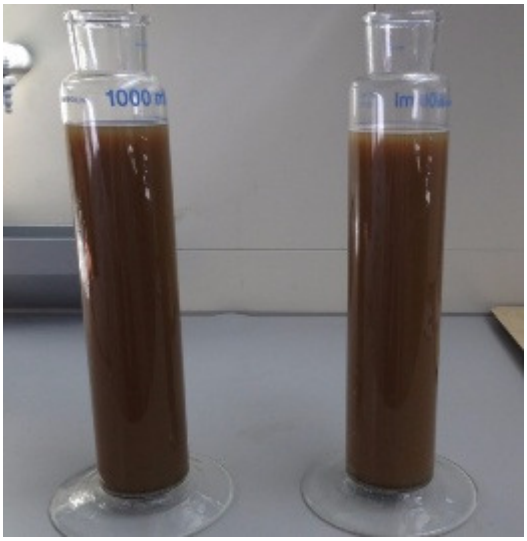
Mehanički sastav tla određen je odvajanjem skeleta te krupnog i sitnog pijeska kombiniranom metodom prosijavanja preko dva sita te pipet metodom u sedimentacijskim cilindrima (Slika 11.). Uzorci su pripremljeni pomoću natrijevog pirofosfata. Za odvagu uzoraka korištena je analitička vaga na četiri decimale (Slika 10.), postotak pojedinih frakcija određen je gravimetrijski, a pomoću triangularnog grafikona procijenjen je teksturni sastav. Postupak je proveden prema normi HRN ISO 11277:2011.

Tablica 3. Kriteriji klasifikacije prema promjeru čestica

KRUPNI PIJESAK (mm)	SITNI PIJESAK (mm)	KRUPNI PRAH (mm)	SITNI PRAH (mm)	GLINA (mm)
2,0-0,2	0,2-0,063	0,063-0,02	0,02-0,002	<0,002

Izvor: Škorić, A., 1982.





Slika 10. Analitička vaga *Slika 11. Sedimentacijski cilindri*

Volumna gustoća je određena pomoću cilindara po Kopeckom sukladno normi HRN ISO 11272:2004, a gustoća čvrstih čestica prema normi HRN EN ISO 11508:2014. Za interpretaciju podataka korištena je tablica ocjene volumne gustoće tla prema Hazelton, P., i Murphy, B. (2007.) (Tablica 4.).

Tablica 4. Granične vrijednosti ocjene volumne gustoće

ρ_v (g/cm³)	**Ocjena**
<1.0	Vrlo niska
1.0-1.3	Niska
1.3-1-6	Srednja
1.6-1.9	Visoka
>1.9	Vrlo visoka

Izvor: Hazelton, P., i Murphy, B. 2007.

Retencijski kapacitet tla za vodu pri tlaku od 0.33 i točka venuća pri 15 bara provedena je prema normi HRN ISO 11274:2014 pomoću pF aparata, a fiziološki aktivna voda (Fav) je određena iz razlike vrijednosti retencijskog kapaciteta tla za vodu i točke venuća.

Iz vrijednosti volumne gustoće i gustoće čvrstih čestica dobivena je ukupna poroznost koja je interpretirana tablicom za ocjenu poroznosti prema Gračaninu (1947.) (Tablica 5.).

Tablica 5. Granične vrijednosti za ocjenu poroziteta tla

Porozitet (%vol)	**Ocjena**
>60	Vrlo porozno
60-45	Porozno
45-30	Malo porozno
<30	Vrlo malo porozno

Izvor: Gračanin, M., (1947.)

Kapacitet tla za vodu (Kv) dobiven je iz uzoraka u neporušenom stanju gravimetrijskom metodom u skladu sa normom HRN ISO 11465: 2004 putem razlike mase tla zasićenog vodom do retencijskog kapaciteta tla za vodu te apsolutno suhog tla. Ocjena kapaciteta tla za vodu interpretirana je prema Škorić, A. (1982.) (Tablica 6.).

Tablica 6. Granične vrijednosti za procjenu kapaciteta tla za vodu

% vol	**Ocjena**
<25	Vrlo mali
25-35	Mali
35-45	Srednji
45-60	Veliki
>60	Vrlo veliki

Izvor: Škorić, A., (1982.)

3.3.2. Analiza kemijskih značajki tla

Kemijske značajke tla analizirane su iz uzoraka u porušenom stanju. Analiza kemijskih značajki provedena je za sadržaj humusa, pH tla te karbonatnost.

Na terenu i u laboratoriju su kvalitativno određeni karbonati pomoću solne kiseline nanesene na sitnicu. Ukoliko ne nastane reakcija, uzorak tla je nekarbonatan (Pansu, M. i Gautheyrou, J., 2006.).

Sadržaj humusa je određen prema Tjurinu, I. V. (1937.), a interpretiran prema Gračaninu, M. (1947.) (Tablica 7.).

Tablica 7. Interpretacija udjela humusa u tlu

w humusa (%)	**Vrsta tla**
<1	Vrlo slabo humozno
1-3	Slabo humozno
3-5	Dosta humozno
5-10	Jako humozno
>10	Vrlo jako humozno

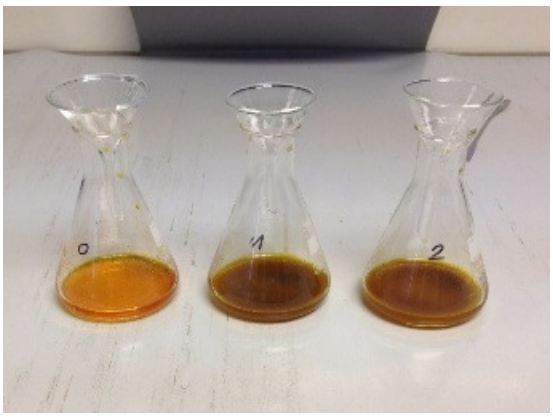
Izvor: Gračanin, M., (1947.)

Reakcija tla (pH) određena je elektrometrijskom metodom pomoću pH metra (Slika 13.) sukladno normi HRN ISO 10390:2005, a kiselost tla je ocjenjena tablicom graničnih vrijednosti prema Škoriću, A., (1982.) (Tablica 8.).

Tablica 8. Granične vrijednosti za reakciju tla

pH vrijednost (KCl)	**Reakcija**
<4.5	Jako kisela
4.5-5.5	Kisela
5.5-6.5	Srednje kisela
6.5-7.5	Neutralna
>7.5	Alkalna

Izvor: Škorić, A., (1982.)



Slika 12. Određivanje sadržaja humusa



Slika 13. pH-metar

3.4. Izračun evapotranspiracije

Prema Škorić, A., (1991.), evapotranspiracija je jedna od najznačajnijih komponenti hidrološkog ciklusa i vodnog režima tla. Ona predstavlja količinu vode koja se kombiniranim procesima evaporacije i transpiracije gubi s određene površine u određenom vremenu, odnosno isparavanje vode s površine tla i biljaka te transpiracija vode kroz biljno tkivo. Evapotranspiracija ustvari predstavlja potrebnu količinu vode za uzgoj poljoprivrednih kultura. Prema metodi Penman-Montheitha (FAO, 1998.) izražena je referentna evapotranspiracija (ETo) za potrebe ovog istraživanja upotrebom računalnog programa CropWat 8.0., izrađenog od strane FAO organizacije (*Food and Agricultural Organization*), a služi za standardne izračune evapotranspiracije koji predviđaju potrebe kulture za navodnjavanjem na temelju unosa meteoroloških podataka.

3.5. Izračun vodne bilance

Vodni režim tla je dio hidrološkog ciklusa, a odnosi se na sveukupno premještanje vode u tlu, promjene zalihe po dubini profila i razmjenu vode i drugih prirodnih tijela (Škorić, A., 1991.). Bilanca vode je kvantitativni izraz za vodni režim koji izražava višak ili manjak vode u tlu. Bilanca je računata prema metodi Palmera, korištenjem računalnog programa Hidrokalk izrađenog na Zavodu za pedologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (Širić, I. i Vidaček, Ž., 1988.). Rezultati proračuna prikazani su tablično i iskazuju mogući deficit vode kroz mjesece u godini.

3.6. Statistička obrada podataka

Dobiveni podaci o trenutačnoj vlazi tla u uzgoju šljive i jabuke uspoređeni su kako bi se utvrdila signifikantnost između kultura, a obrađeni su statistički pomoću t-testa za nezavisne uzorke (Vasilj, Đ., 2000.).

4. Rezultati i rasprava

U ovom radu su obrađeni svi relevantni podaci režima vlažnosti i bilance vode za šljivu i jabuku u ispitivanom razdoblju na osnovu podataka dobivenih iz laboratorijskih analiza i proračunskih razmatranja.

4.1. Agroekološke značajke voćnjaka

Splet različitih prirodnih i antropogenih utjecaja u nasadu bilo koje proizvodne kulture uvelike utječe na uvjete rasta, stanje u voćnjaku i prinos. Klima i značajke biljne vrste su prirodni utjecaji, iako je to relativan pojam iz razloga što je danas utjecaj čovjeka prožet kroz sve aspekte života. Agrotehnika i hidrotehnika su izravni utjecaji čovjeka gdje on različitim operacijama u nasadu teži popravku uvjeta kako bi ostvario maksimalni prinos i ekonomsku isplativost, no to nije uvijek tako jer neracionalnim postupanjem mogu se stvoriti uvjeti i štetniji za proizvodnju od zatečenih prije provođenja mjera.

4.1.1. Agrotehničke mjere u voćnjaku

Agrotehničke mjere su važan skup operacija koje se provode u nasadu kao redovito održavanje voćnjaka, ali i u svrhu poboljšanja uvjeta za rast kulture. Voćnjak, kolekcija Zavoda za voćarstvo Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu podignuta je sukladno klasičnim agrotehničkim mjerama koje se provode prilikom podizanja trajnog nasada. Tijekom svakog vegetacijskog ciklusa provode se osnovne mjere održavanja voćnjaka.

Rezidba je najvažnija pomotehnička mjera za regulaciju generativnog i vegetativnog rasta kao uvjet uravnoteženog, visokog i ranog prinosa (Vukov, Z.). Zimska rezidba se provodi u periodu mirovanja vegetacije netom prije početka tjeranja pupova na temperaturama većim od 0°C. Provodi se kako bi se odstranili viškovi nerodnih drva iz krošnje. Osnovne mjere provedene u zimskoj rezidbi su prorjeđivanje, prikraćivanje i savijanje grana. Tokom svibnja, prije nego izboji odrvene, provodi se trganje izboja. U ljetnoj rezidbi, koja se provodi tijekom kolovoza, nadopunjava se zimska rezidba, a vrši se nakon odrvenjavanjaizboja u svrhu sprječavanja ponovnog tjeranja izboja jer bi se, u suprotnom, u idućoj vegetaciji dobio prinos lošije kvalitete. Cjelokupna rezidba odnosi se na održavanje uzgojnog oblika vretenasti grm.

Obrada kao osnovnu svrhu održavanja tla u voćnjaku ima osigurati plodnost, dovoljno vlage, hranjiva i organske tvari. U pokušalištu fakulteta u redovite mjere uključeno je zatravnjivanje međurednog prostora i održavanje košnjom i kontrolom stanja tijekom cijele vegetacije. Zatravnjeni prostor ima pojačanu transpiraciju što nasad štiti od viška vode, ali ima i pojačanu mikrobiološku aktivnost što može imati pozitivan utjecaj. Unutar reda voćaka uništavanje korova vrši se tretiranjem herbicidima.

Gnojidba je važna mjera kako bi se osigurala optimalna količina hranjiva u određenim fazama vegetacije. Voćnjak je gnojen u jesen 2015. godine osnovnom gnojidbom kompleksnim NPK gnojivima s malo N, više P i najviše K kako bi nasad bio pripremljen za početak vegetacije 2016. godine. U ranoj proljetnoj gnojidbi unesena je odprilike ½ ukupnih potreba za dušikom tj. NPK sa naglašenim sadržajem N. U svibnju, tijekom zametanja plodova, obavljena je druga prihrana s NPK i naglašenim N.

Zaštita voćnjaka provedena je sukladno Pravilnicima o zaštiti za određenu voćnu vrstu u određenom periodu vegetacije s obzirom na moguću pojavu bolesti i štetnika.

4.1.2. Značajke klime

Republika Hrvatska je smještena u sjevernim umjerenim širinama što određuje klimatska obilježja prostora. Najvažniji modifikatori klime su Jadransko more, orografija Dinarida sa svojim oblikom, nadmorskom visinom i položajem prema prevladavajućem strujanju. Na značajke klime utječe otvorenost sjeveroistočnih krajeva prema Panonskoj nizini te raznolikost biljnog pokrova. Središnji dio Hrvatske, uključujući i grad Zagreb ima umjerenu kontinentalnu klimu sa promjenjivim stanjem atmosfere (Zaninović, K., 2008.).

Prema Thornthwaiteovoj klasifikaciji baziranoj na odnosu količine vode potrebne za potencijalnu evapotranspiraciju i oborinske vode u najvećem dijelu nizinske Hrvatske, uključujući i grad Zagreb, prevladava humidna klima.

Tablica 9. Prikaz srednjih mjesečnih i godišnjih temperatura zraka (°C) u razdoblju od 1997.do 2016.za meteorološku postaju Maksimir, Zagreb

Godina/mjesec	Temperatura (°C)												
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Prosjek
1997.-2016.	**1,4**	**3,1**	**7,5**	**12,3**	**17,0**	**20,7**	**22,3**	**21,6**	**16,8**	**11,7**	**6,9**	**1,9**	**11,9**
2016.	**1,3**	**6,9**	**8,0**	**13,0**	**16,1**	**21,1**	**23,4**	**20,8**	**18,6**	**10,4**	**6,8**	**-0,4**	**12,2**
T_{max}	6,5	6,9	10,5	14,5	19,3	23,9	24,2	25,0	20,3	14,2	9,7	4,6	
T_{min}	-1,6	-1,9	4,8	8,2	14,8	18,4	20,6	18,9	14,4	9,4	3,0	-2,8	

Izvor: www.dhmz.hr

Iz podataka dobivenih mjerenjima temperature na meteorološkoj postaji Maksimir (Tablica 9.), Zagreb utvrđena su odstupanja višegodišnjih prosjeka sa temperaturama u 2016. godini u kojoj je provedeno istraživanje. Veljača je bila toplija za 3,8 °C, srpanj za 1.1 °C te rujan za 1,8 °C od višegodišnjih temperaturnih prosjeka. Studeni za 0,1 °C i prosinac za 1,5 °C su bili hladniji od višegodišnjih temperaturnih prosjeka, a razlika između višegodišnjih temperaturnih prosjeka i 2016. godine nije bila značajno različite, svega 0.1 °C (prosjek 12.2°C, a 2016. godina 12.3°C).

Tablica 10. Prikaz sume mjesečnih i godišnjih oborina (mm) za razdoblje od 1997.-2016. Za meteorološku postaju Maksimir, Zagreb

Godina/mjesec	Oborine (mm)												
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	ukupno
1997.-2016.	**46,7**	**41,9**	**47,1**	**59,2**	**73,5**	**83,0**	**78,9**	**79,1**	**94,3**	**79,5**	**74,2**	**59,3**	**859,5**
2016.	**60,5**	**126,8**	**54,3**	**49,5**	**94,7**	**130,5**	**46,8**	**51,3**	**38,2**	**107,9**	**96,2**	**1,9**	**858,6**
O_{max}	128,9	141,3	121,7	135,8	145,0	147,0	157,8	177,9	202,2	186,2	187,5	117,7	
O_{min}	11,0	1,5	4,5	1,6	20,2	40,3	31,7	9,8	21,9	8,3	0,3	0,7	

Izvor: www.dhmz.hr

Iz podataka dobivenih mjerenjima na meteorološkoj postaji Maksimir, Zagreb (Tablica 10.), utvrđeno je da suma oborina nije bila značajno različita u 2016. godini (858,6 mm) od višegodišnje sume oborina (859,5 mm).

Za potrebe proračuna evapotranspiracije prikupljeni su podaci prikazani u tablici 11.

Tablica 11. Prikaz hidrometeoroloških pokazatelja za 2016.godinu izmjerenih na postaji Maksimir, Zagreb

Godina	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Srednja godišnja vrijednost
Temp.zraka (°C)	1.3	6,9	8,0	13,0	16,1	21,1	23,4	20,8	18,6	10,4	6,8	-0,4	12,2
Oborine (mm)	60,5	126,8	54,3	49,5	94,7	130,5	46,8	51,3	38,2	107,9	96,2	1,9	858,6
Insolacija (h)	3,1	1,9	3,6	5,8	7,2	8,4	8,9	9,1	7,3	3,1	2,8	2,5	5,3
Brzina vjetra (m/s)	1,3	1,8	2,3	1,9	1,7	1,6	1,6	1,7	1,4	1,3	1,5	1,2	1,6
Relativna vlažnost zraka (%)	80	78	69	64	69	67	66	68	70	79	80	82	73

Izvor: www.dhmz.hr

4.1.3. Značajke tla

Određivanje fizikalnih i kemijskih značajki provedeno je na osnovi uzoraka u porušenom i neporušenom stanju uzetih iz pedološkog profila dubine 70 cm unutar istraživanog voćnjaka (Slika 16.), a uzeti su na dvije dubine, 0-51 cm i 51-70 cm. Uzorci u neporušenom stanju uzeti su u cilindre po Kopeckom od 100 cm^3.



Slika 16. Profil tla

Nakon određenih horizonata profila, tlu je određena sistematska pripadnost (Tablica 12.) prema Husnjak, S., (2014). Tlo pripada terestričkom antropogenom tlu zbog intenzivnog antropogenog utjecaja do dubine od 51 cm.

Tablica 12. Klasifikacija tla na istraživanoj lokaciji

RED	Terestričko
RAZRED	Antropogeno terestričko
TIP	Rigolano
PODTIP	Iz eutrično smeđeg tla
VARIJETET	Voćnjak
FORMA	Plitko rigolano

Terestrička antropogena tla karakterizira prisutnost antropogenog (P) horizonta koji nastaje kao posljedica primjene raznih agrotehničkih zahvata čime je zahvaćen površinski i potpovršinski horizont, a nerijetko i matični supstrat (Husnjak, S., 2014.).

Mehanički sastav oba horizonta daje praškasto ilovastu teksturu (Tablica 13.) te je zbog izostanka skeleta ovo tlo neskeletno.

Tablica 13. Mehanički sastav,

DUBINA (cm)	KRUPNI PIJESAK (%)	SITNI PIJESAK (%)	KRUPNI PRAH (%)	SITNI PRAH (%)	GLINA(%)	TEKSTURNA OZNAKA
0-51	3,3	8	36,6	40,6	11,5	Prl
51-70	0,9	4,2	36	44,8	14,1	Prl

Ostale fizikalne značajke tla prikazane su u tablici 14., a ocjenjene su prema interpretacijskim podatcima iz tablica u poglavlju 3.3.1. Prema interpretacijskim vrijednostima tlo je porozno s osrednjim kapacitetom tla za vodu te srednje volumne gustoće (Tablica 14.).

Tablica 14. Fizikalne značajke tla

DUBINA (cm)	VOLUMNA GUSTOĆA, ρv (g/cm^3)	GUSTOČA ČVRSTIH ČESTICA, ρp (g/cm^3)	POROZNOST P(%vol)	KAPACITET TLA ZA VODU, Kv (%vol)
0-51	1,37	2,70	49,3	38,8
51-70	1,37	2,67	48,7	42,9

,

Tablica 15. Hidropedološke konstante

DUBINA (cm)	**RETENCIJSKI KAPACITET TLA ZA VLAGU(%vol)**	
	0,33 bara	**15 bara**
0-51	44,57	20,69
	Fav (% vol) = **23,88**	

Kemijske značajke tla dobivene laboratoriskim analizama su prikazane u tablici 16., a interpretirane su prema tabličnim prikazima iz poglavlja *Materijal i metode*. Na obje dubine profila tla uzorci u porušenom stanju pokazali su se nekarbonatnim, slabo humoznim i slabo kiselim.

Tablica 16. Kemijske značajke tla

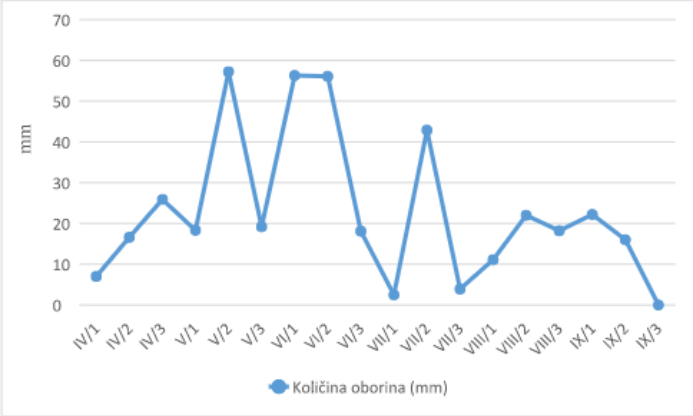
DUBINA (cm)	**KARBONATI**	**HUMUS (%)**	**pH**	
			KCl	H_2O
0-51	Nekarbonatno	1,73	6,0	7,25
51-70	Nekarbonatno	0,85	5,8	7,37

4.2. Režim vlažnosti tla

Režim vlažnosti za šljivu i jabuku određen je na osnovu trenutne vlažnosti tla iz uzoraka uzimanih dekadno kroz cijelo ispitivano razdoblje na dvije dubine, 0-20 cm i 20-40 cm. Podatci nužni za prikaz režima vlažnosti navedeni su u prethodnim poglavljima rada, a to su :

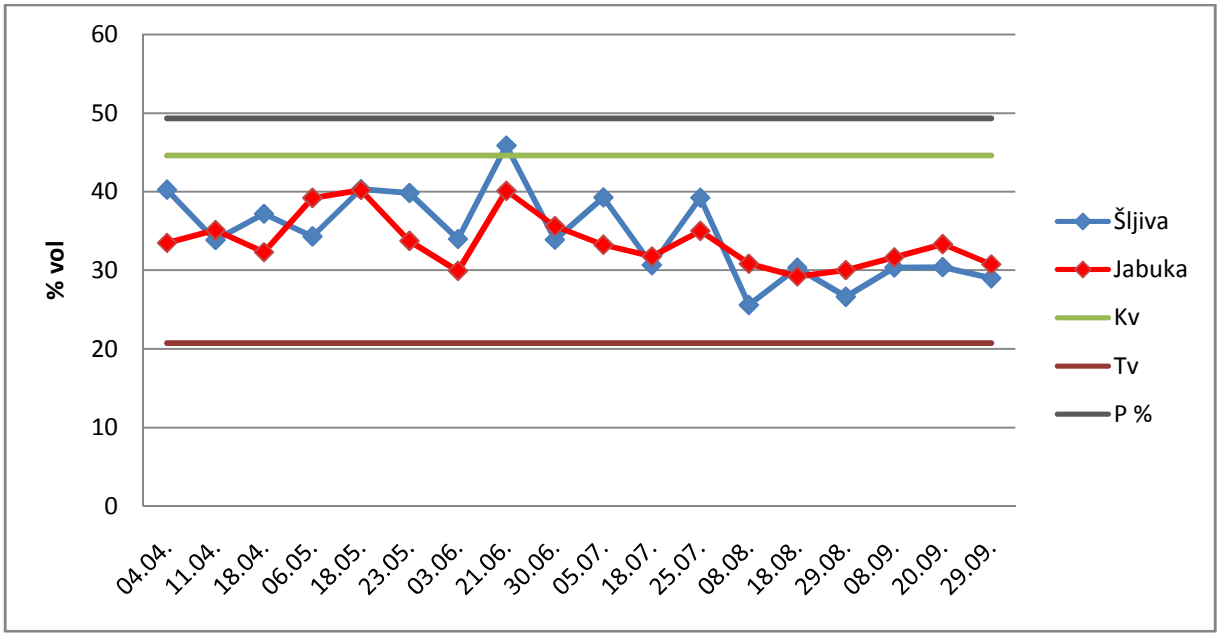
- Kapacitet tla za vodu (pF 0,33 b) – 44.6% vol,
- Točka venuća (Tv) – 20.7 % vol,
- Ukupni porozitet (P) – 49,3 % vol.

U grafu 1. prikazane su dekadne vrijednosti količine oborina kroz cijeli istraživani period, od travnja do rujana, gdje je vidljiv pad količina oborina u ljetnim mjesecima te početkom travnja u odnosu na svibanj i lipanj.



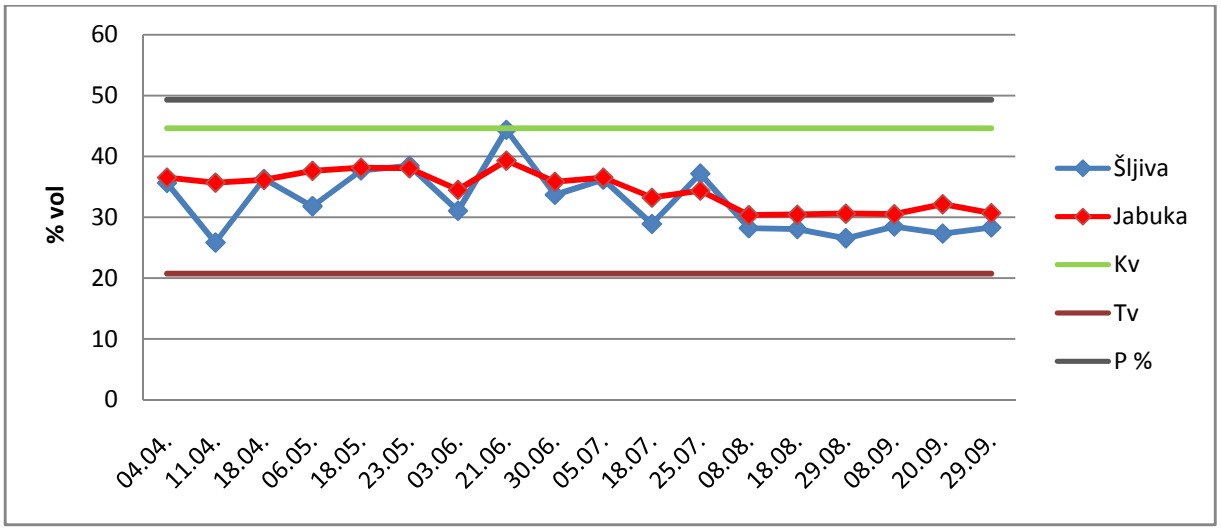
Graf 1. Dekadna količina oborina od travnja do rujna 2016. godine

Prema podatcima dobivenim istraživanjem u grafu 2. prikazan je režim vlažnosti za šljivu i jabuku za dubinu uzorkovanja 0 -20 cm. Iz grafa se da iščitati da nedostatka vlage tijekom vegetacijskog razdoblja na ovoj dubini nije bilo te da kulture u kritičnim periodima za rast nisu bile izložene manju vlage u tlu. Najviša vrijednost trenutne vlage kod šljive na dubini 0 – 20 cm određena je 21. 06. (45,85 %vol) što je prelazilo granicu kapaciteta tla za vodu, najniža 08. 08. (25,58 %vol), a kod jabuke je najviša vrijednost izmjerena 18. 05. (40.2 % vol) te najniža 18. 08. (28,19 % vol).



Graf 2. Režim vlažnosti šljive i jabuke na dubini 0 -20 cm

Prema podatcima dobivenim u istraživanju dobiveni su rezultati prikazani u grafu 3. za dubinu 20 – 40 cm u uzgoju šljive i jabuke. Iz vrijednosti prikazanih na grafu vidimo kako u vegetacijskoj sezoni 2016. trenutačna vlaga tla za obje kulture nije padao ispod točke venuća te su količine vlage bile dovoljne kako biljka ne bi stupila u periode vodnog stresa. Najviša vrijednosti kod šljive na dubini 20 - 40 cm određena je 21. 06. (44,36 %vol), najniža 18. 08. (28,06 %vol), a kod jabuke je najviša vrijednost izmjerena 21. 06. (39,29 % vol) te najniža 08. 08. (30,32 % vol).



Graf 3. Režim vlažnosti šljive i jabuke na dubini 20 – 40 cm

4.3. Bilanca vode u tlu

Bilanca vode je količinski opis hidrološkog ciklusa i njegovih komponenti. Osnovni parametar u proračunu bilance vode je evapotranspiracija čije su vrijednosti prikazane u tablici 17., a uz evapotranspiraciju nužno je znati poljski kapacitet tla za vodu, koeficijent pojedine kulture te oborine. Iz definiranih vrijednosti izračun bilance vode za 2016. godinu obavljen je u računalnom programu Hidrokalk (Širić, I. i Vidaček, Ž., 1988.) te su podatci prikazani tablično.

4.3.1. Referentna evapotranspiracija

Referentna evapotranspiracija je osnovni ulazni parametar za izračun bilance vode. Dobiven je računalnim programom CropWat 8.0. (FAO, 2009.).

Tablica 17. Izračun evapotranspiracije računalnim programom CropWat 8.0.

Mjesec	Srednja temperatura (°C)	Vlažnost zraka (%)	Brzina vjetra (m/s)	Insolacija (sat)	Radijacija (MJ/m²/dan)	Eto (mm/dan)
I.	1,3	80	1,3	3,1	5	0,35
II.	6,9	78	1,8	1,	5,	0,85
III.	8	6	2,3	3,6	10	1,5
IV.	1,3	64	1,	5,8	15,5	2,5
V.	16,1	6	1,7	7,2	1,4	3,26
VI.	21,1	67	1,6	8,4	21,8	4,1
VII.	23,4	66	1,6	8,	22	4,5

VIII.	20,8	68	1,7	,1	20,3	3,5
IX.	18,6	70	1,4	7,3	15	2,8
X.	10,4	7	1,3	3,1	7,6	1,24
XI.	6,8	80	1,5	2,8	5,2	0,77
XII.	-0,4	82	1,2	2,5	4,1	0,36
Prosjek	**12,2**	**73**	**1,6**	**5,3**	**12,7**	**2,21**

4.3.2. Bilanca vode u uzgoju šljive

Iz podataka dobivenih u tablici 18. ukupni deficit vode iznosio je 56.5 mm u 2016.godini, kritični mjeseci su srpanj, kolovoz i rujan, dok je najkritičniji bio mjesec kolovoz sa 28.8 mm gubitka vlage.

Tablica 18. Bilanca vode u uzgoju šljive za 2016.godini

Kultura: Šljiva Tlo: Ilovasto

Lokalitet: Maksimir 0 - 45 cm

Mjesec	O	ET0/ETk	G1	G2	Pu	OT	AE	Zaliha FAV			ET-AE
								Z1	Z2	Z=Z1+Z2	
	mm	*mm*	*mm*	*mm*	*Mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*Mm*	*mm*	*mm*
I	60,5	11	0,0	0,0	0,0	49,7	10,9	24,0	84,0	108,0	0,0
II	126,8	24	0,0	0,0	0,0	103,0	23,8	24,0	84,0	108,0	0,0
III	54,3	49	0,0	0,0	0,0	5,0	49,3	24,0	84,0	108,0	0,0
IV	49,5	47	0,0	0,0	0,0	2,9	46,6	24,0	84,0	108,0	0,0
V	94,7	69	0,0	0,0	0,0	26,0	68,7	24,0	84,0	108,0	0,0
VI	130,5	94	0,0	0,0	0,0	36,2	94,3	24,0	84,0	108,0	0,0
VII	**46,8**	**107**	**24,0**	**19,3**	**0,0**	**0,0**	**90,1**	**0,0**	**64,7**	**64,7**	**16,6**
VIII	**51,3**	**100**	**0,0**	**20,3**	**0,0**	**0,0**	**71,6**	**0,0**	**44,3**	**44,3**	**28,8**
IX	**38,2**	**54**	**0,0**	**4,4**	**0,0**	**0,0**	**42,6**	**0,0**	**39,9**	**39,9**	**11,1**
X	107,9	38	0,0	0,0	68,1	1,4	38,4	24,0	84,0	108,0	0,0
XI	96,2	23	0,0	0,0	0,0	73,1	23,1	24,0	84,0	108,0	0,0
XII	1,9	11	9,3	0,0	0,0	0,0	11,2	14,7	84,0	98,7	0,0
Godišnje	859	627	33	44	68	297	571				56,5
U veget.	411	471	24	44	0	65	414				56,5
Van veg.	448	157	9	0	68	232	157				0,0

**Izvorna metoda Palmer W. C., 1965: korigirao i kalibrirao Vidaček Ž., 1981*

Tumač kratica:
O = oborine
ET0 = evapotranspiracija referentna
ETk = evapotranspiracija kulture
G1 = gubitak vode iz površinskog sloja
G2 = gubitak vode iz potpovršinskog sloja
Pu = punjenje tla vodom
OT = otjecanje vode
AE = aktualna evapotranspiracija
Z1 = zaliha u površinskom sloju
Z2 = zaliha u potpovršinskom sloju
FAV = fiziološki akivna voda

4.3.3. Bilanca vode u uzgoju jabuke

Iz podataka dobivenih u tablici 21.manjak vlage u tlu zabilježen je tijekom srpnja, kolovoza i rujna, ukupni gubitak iznosio je 66.9 mm, a najkritičniji je bio kolovoz sa 33.0 mm manjka vlage.

Tablica 19. Bilanca vodeu uzgoju jabuke za 2016.godinu

Kultura: Jabuka Tlo: Ilovasto

Lokalitet: Maksimir 0 - 45 cm Cm

Mjesec	O	ET0/ETk	G1	G2	Pu	OT	AE	Zaliha FAV Z1	Z2	Z=Z1+Z2	ET-AE
	mm	*mm*	*mm*	*Mm*	*Mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*
I	60,5	11	0,0	0,0	0,0	49,7	10,9	24,0	84,0	108,0	0,0
II	126,8	24	0,0	0,0	0,0	103,0	23,8	24,0	84,0	108,0	0,0
III	54,3	49	0,0	0,0	0,0	5,0	49,3	24,0	84,0	108,0	0,0
IV	49,5	49	0,0	0,0	0,0	0,5	49,0	24,0	84,0	108,0	0,0
V	94,7	73	0,0	0,0	0,0	21,9	72,8	24,0	84,0	108,0	0,0
VI	130,5	101	0,0	0,0	0,0	29,9	100,6	24,0	84,0	108,0	0,0
VII	**46,8**	**114**	**24,0**	**23,2**	**0,0**	**0,0**	**94,0**	**0,0**	**60,8**	**60,8**	**19,9**
VIII	**51,3**	**105**	**0,0**	**21,1**	**0,0**	**0,0**	**72,4**	**0,0**	**39,8**	**39,8**	**33,0**
IX	**38,2**	**57**	**0,0**	**4,8**	**0,0**	**0,0**	**43,0**	**0,0**	**35,0**	**35,0**	**14,1**
X	107,9	38	0,0	0,0	69,5	0,0	38,4	24,0	80,4	104,4	0,0
XI	96,2	23	0,0	0,0	3,6	69,5	23,1	24,0	84,0	108,0	0,0
XII	1,9	11	9,3	0,0	0,0	0,0	11,2	14,7	84,0	98,7	0,0
Godišnje	859	655	33	49	73	280	588				66,9
U veget.	411	499	24	49	0	52	432				66,9
Van veg.	448	157	9	0	73	227	157				0,0

**Izvorna metoda Palmer W. C., 1965: korigirao i kalibrirao Vidaček Ž., 1981*

Tumač kratica:
O = oborine
ET0 = evapotranspiracija referentna
ETk = evapotranspiracija kulture
G1 = gubitak vode iz površinskog sloja
G2 = gubitak vode iz potpovršinskog sloja
Pu = punjenje tla vodom
OT = otjecanje vode
AE = aktualna evapotranspiracija
Z1 = zaliha u površinskom sloju
Z2 = zaliha u potpovršinskom sloju
FAV = fiziološki akivna voda

4.4. Rasprava

Prema rezultatima ovog istraživanja vidljiva je razlika u režimima vlažnosti kod šljive i jabuke. Kao jedan od razloga su morfološke razlike navedenih kultura, gdje šljiva ima robusniju građu i razvijeniju krošnju, a jabuka manji promjer debla i manje razvijenu krošnju. Kulture nisu ušle u kritična razdoblja vodnog stresa, ali iz grafova je vidljivo da je jabuka kao kultura zahtjevnija prema sadržaju vlage od šljive što je potvrđeno i istraživanjima Wang, D. i Wang, L. (2017.). Izračun bilance vode je kod obje kulture pokazo deficite u ljetnim

mjesecima. Prema Šimunić, I. i sur. (2007.), uspoređeni su rezultati višegodišnjeg istraživanja bilance vode na području Zagreba, no na različitim tipovima tala, gdje se na aluvijalnom tlu u uzgoju jabuke pokazao manjak od 114 mm izražen u lipnju, srpnju i kolovozu te na semigleju određen manjak od 103 mm za isti period u godini. Navedena istraživanja ukazuju preciznije na rezultate nedostatka vode zbog činjenice da je uvažavano 30-godišnje kontinuirano praćenje. Svakako da uz klimatske značajke važnu ulogu u bilanci vode ima i tip tla, te stoga rezultate Šimunića i sur. treba uzeti s rezervom, ali smatram da tip tla uz klimatske značajke ima itekako utjecaj na raspored vlage. U istraživanjima sjeverozapadnog dijela Kine razlika u pojavi vodnog stresa u uzgoju jabuke pokazala se u ovisnosti o starosti voćnjaka pa je tako u mlađim voćnjacima stres izraženiji na dubinama do 10 cm tla u ranijim vegetacijskim mjesecima, a u starijim voćnjacima na većim dubinama u ljetnim mjesecima (Zhang, L., i sur., 2017.). Razlog tome se nazire u potrebama mladih biljaka za početnim rastom i jačanjem tokom nekoliko sezona te bi se prema našim proračunima moglo relativno točno reći da se ovdje radi o starijim kulturama.

Na temelju trogodišnjeg istraživanja uzgoja jabuke u semiaridnim klimatskim područjima Wang Di i Wang Li (2017.), utvrdili su da je evapotranspiracija uzrok velikih gubitaka vlage iz tla. Pored navedenog utvrdili su da jabuka pokazuje vrlo visoki stupanj transpiracije što u kombinaciji sa klimatskim prilikama značajno utječe na prinose u odnosu na humidna klimatska područja, a u koje spada područje istraživanja grada Zagreba.

Prema Odi-Lara, M., i sur., (2016.), u semiaridnim područjima oborine nisu dostatne tijekom sezone rasta kako bi nadomjestile vodu izgubljenu evapotranspiracijom u voćarskoj proizvodnji zbog čega predlažu navodnjavanje.

Šimunić, I., i sur., su provodili višegodišnje istraživanje voćnih vrsta na području Koprivnice i Pazina i višegodišnji prosjeci su pokazali nedostatak od 133.9 mm, dok je za područje Zagreba nedostatak iznosio 69.9 mm, no za točnije brojke bilo bi poželjno pratiti stanje kroz duži vremenski period te je u ovom istraživanju Šimunića izneseno kako adekvatno navodnjavanje u uzgoju jabuke može povećati prinos za 24.4 %.
Uvažavajući utvrđene rezultate režima vlažnosti tla i proračuna bilance oborinske vode u tlu, posebno za mjesece srpanj, kolovoz i rujan, utvrđena je značajna podudarnost s obzirom da su u tim mjesecima bile najniže vrijednosti trenutačne vlage u tlu te najmanji sadržaji fiziološki aktivne vode u tlu prema proračunu bilance.

4.5. Statistička obrada podataka

Statistička usporedba režima vlažnosti pri uzgoju šljive i jabuke provedena je t-testom za nezavisne uzorke gdje su ulazni parametri dobiveni iz srednjih vrijednosti podataka iz ispitivanog razdoblja. Iz statističke obrade zaključeno je da se nulta hipoteza ne odbacuje i bez obzira na razliku vidljivu kroz grafički prikaz, kulture se ne razlikuju signifikantno kroz provedbu t-testa. To se zaključuje jer t_{exp} nije veći od t_{tabl} niti na jednoj dubini. Kao potvrda

nulte hipoteze proveden je i LSD (*Least Signifikant Difference*) test čiji je rezultat uspoređen sa D_{exp} te je t-test potvrđen.

Tablica 20. Statistička obrada rezultata trenutačne vlage u tlu

	Dubina 0-20 cm		**Dubina 20-40 cm**	
	Šljiva	**Jabuka**	**Šljiva**	**Jabuka**
Suma (% vol)	620,77	604,27	593,96	620,29
Prosjek (% vol)	34,49	33,57	33	34,46
N	18	18	18	18
Varijanca	67,54	12,15	24,74	9,41
Standardna devijacija (%)	2,1		1,38	
D exp	0,92		-1,46	
t_{exp} (%)	0,44		-1,06	
t_{tab}(0,05)	2,03		2,03	
t_{tab} (0,01)	2,73		2,73	
LSD (0,05)	4,26		2,8	
LSD (0,01)	5,73		3,77	

5. Zaključak

Na osnovi dobivenih rezultata ovog istraživanja donosim sljedeće zaključke:

I. Proračunom bilance vode te režima vlažnosti dobili smo uvid u kretanje vode unutar sustava u uzgoju šljive i jabuke kroz period od travnja do rujna 2016.godine,

II. Iz podataka se zaključuje da šljiva i jabuka nisu ulazile u kritične periode što se tiče režima vlažnosti, no jabuka je ipak imala veće zahtjeve za vlagom što je vidljivo iz nižih vrijednosti trenutačne vlage prilikom praćenja režima vlažnosti,

III. Tip tla i klima u kombinaciji sa ostalim fizikalnim i kemijskim parametrima tla utječe na raspored vlage u sustavu,

IV. Kao kritična razdoblja pokazali su se ljetni mjeseci u proračunu bilance gdje se vidi manjak oborina iako kulture u prikazu režima vlažnosti nisu padale ispod točke venuća vidljivo je da jabuka ima veće zahtjeve za vodom,

V. Statistička obrada podataka nije pokazala signifikantnu razliku između ispitivanih vrsta,

VI. S obzirom na veliki antropogeni utjecaj na sve aspekte življenja nužna će biti provedba sličnih istraživanja za sve sustave biljne proizvodnje kako bi se doskočilo promjenama u vodnim, talnim i atmosferskim prilikama.

6. Literatura

1. Državni zavod za statistiku- DZS (2012.). Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2012, www.dzs.hr, pristup: 06.08.2016.
2. Državni zavod za statistiku- DZS (2013.). Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2013, www.dzs.hr, pristup: 06.08.2016.
3. Državni zavod za statistiku- DZS (2014.). Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2014, www.dzs.hr , pristup: 06.08.2016.
4. Državni zavod za statistiku- DZS (2015.). Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2015, www.dzs.hr, pristup: 06.08.2016.
5. Državni zavod za statistiku- DZS (2016.). Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2016, www.dzs.hr, pristup: 06.08.2016.
6. Ebel, R.C., Proebsting, E.L., Evans, R.G. (2001.). Apple tree and fruit responses to early termination of irrigation in semi-arid environment, HortScience 36, str. 1197-1201.
7. Food and agriculture organization – FAO (1998.). Irrigation and drainage, paper No. 56 (Penman-Montheith), Rome, www.fao.org, pristup: 06.08.2016.
8. Food and agriculture organization- FAO (2009.). CropWat 8.0. for Windows user guide, Rome, www.fao.org, pristup: 11.08.2016.
9. Goldhamer, D. A. (2007.). Managing Irrigation in Fruit and Nut Trees During Drought, California Department of Water Resources – Water Conservation Office, University of California.
10. Gračanin, M., (1945.). Mali pedološki praktikum, Poljoprivredni nakladni zavod, Zagreb.
11. Gračanin, M., (1947.). Pedologija II- Fiziologija tla, Poljoprivredni nakladni zavod, Zagreb.
12. Hazelton, P., Murphy, B., (2007.). Interpreting Soil Test Results: What do all the Numbers mean?, European Journal of Soil Science.
13. Husnjak, S. (2000.). Soil moisture regime of hydromeliorated amphigley in the Central Save basin, Agronomski glasnik, 3-4, str.113-131.
14. Husnjak, S., Bogunović, M., Šimunić, I. (2002). Soil Moisture Regime of Ameliorated Gleyc Stagnisol, Poljoprivredna znanstvena smotra, Vol.67, No.4:169-179.
15. Johnson, A.I. (1962). Methods of measuring Soil moisture in the field, Geological Survey Water-Supply Paper 1619-U, Washington.
16. Katalinić, I., Rezidba jabuka i krušaka- vretenasti grm, Hrvatski zavod za poljoprivrednu savjetodavnu službu, www.savjetodavna.hr , pristup 12.08.2016.
17. Košutić, S., Husnjak, S., Filipović, D., Bogunović, M. (2001.). Influence of different tilage systems on soil watera vailability in the Ap-horizont of an Albic Luvisol and yield in north-west Slavonia, Coatia, Die Boden kultur 52(3):253-261, ISSN: 0006-5471.
18. Krpina, I., i sur. (2004.). Voćarstvo, Nakladni zavod Globus, Zagreb.

19. Lamont, W. J. Jr., Harper, J. K., Jarrett, A. R., Orzolek, M. D., Crassweller, R. M., Demchank, K., Greaser, G. L. (2017.). Irrigation for Fruit and Vegetable Production, www.extension.psu.edu, pristup: 12.09.2017.
20. Mađar, S., Šoštarić, J., Tomić, F., Marušić, J. (1998). Neke klimatske promjene i njihov utjecaj na poljoprivredu istočne Hrvatske, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Znanstveni skup s međunarodnim sudjelovanjem: Prilagodba poljoprivrede i šumarstvaklimi i njenim promjenama, str. 127-135, Zagreb.
21. Miljković, I. (1991.). Suvremeno voćarstvo, Znanje, Zagreb.
22. Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske (2016.). Program podizanja kvalitete matičnih nasada agruma, jezgričavih i koštičavih voćnih vrsta u RH za razdoblje 2016-2019.godine, Zagreb.
23. Olson, D.F., Hoover, M.D. (1954). Methods of soil moisture determination under field conditions, Paper 38, United Stated Department of Agriculture.
24. Ondrašek, G., Petošić, M., Tomić, F., Mustač, I., Filipović, V., Petek, M., Lazarević, B., Bubalo, M. (2015.). Voda u agroekosustavima, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb.
25. Odi-Lara, M., Campos, I., Neale, C. M. U., Ortega-Faris, S., Poblete-Echeverria, C., Balbontin, C., Calera, A. (2016). Estimating Evapotranspiration of an Apple Orchard Using a Remote Sensing-Based Soil Water Balance, MDPI.
26. Pansu, M., Gautheyron, J., (2006.). Handbook of soil analysis-Mineralogical organic and inorganic methods, Springer, New York.
27. Pernar, I., Bakšić, D., Perković, I., (2013.). Terenska i laboratorijska istraživanja tla, Priručnik za uzorkovanje i analizu, Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
28. Racz, Z. (1981). Meliorativna pedologija II, Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
29. Racz, Z (1983.). Meliorativna pedologija, II. dio, Sveučilište u Zagrebu, 189.str.
30. Rhode, A.A. (1969). Osnovi učenija o povčenoj vlage, Tom II. Gidrometeoizdat, Leningrad.
31. Strang, J. Critical Periods for Drought Stress in Fruit Crops, www.agwx.ca.uky.edu, pristup: 12. 09. 2017.
32. Šimunić, I., Pandžić, K., Ivančan P., B., Bogunović, m., Husnjak, S. (2007). Analiza manjka vode za razne biljne kulture, izvorni znanstveni članak, Agronomski glasnik 3/2007 ISSN 0002-1954, Zagreb.
33. Šimunić, I. (2013). Uređenje voda, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb.
34. Šimunić, I., Spalević, V., Vukelić-Shutoska, M., Šoštarić, J., Marković, M. (2014). Utjecaj nedostatka vode u tlu na prinose poljoprivrednih kultura, Hrvatske vode 22(2014), 89, str. 203-212.
35. Širić, I., Vidaček, Ž. (1998.). Hidrokalk- kompjuterski program za izračunavanje Bilance oborinske vode u tlu, Zavod za pedologiju, Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
36. Škorić, A., (1982.). Priručnik za pedološka istraživanja, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
37. Škorić, A., (1991.). Sastav i svojstva tla, Fakultet političkih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

38. Špoljar, A. (2007.). Tloznanstvo i popravak tla I. dio, skripta, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci.
39. Špoljar, A. (2015). Pedologija, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci.
40. Tjurin, I. V. (1937.). Soil organic matter and its role in pedogenesis and soil productivity, Study of soil humus, Moskva.
41. Zhang, L., Wang, Y., Han, J., Shi, Z., Jiao, C., Pang, G (2017). Soil moisture dynamic and balance in apple (*Malus domestica* Borkh.) orchards in the Webei rainfed highland, northwest China, Journal os Soil and Water Conservation, vol. 74 no. 4 374-381.
42. Wang, D. i Wang, L. (2017.). Dynamics of evapotranspiration partitioning for apple trees of different age sin a semiarid region of northwest China, Agricultural Water Management 191 (2017) 1-15.
43. www.agroklub.com, Šljiva, pristup: 07.08.2016.
44. www.petrokemija.hr, Gnojidba voćnjaka, pristup: 12.08.2016.
45. www.pinova.hr, Održavanje tla u voćnjaku, pristup: 12.08.2016.
46. Vasilj, Đ. (2000). Biometrika i eksperimentiranje u bilinogojstvu, Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb.
47. Vukov, Z., Rezidba voćaka, www.savjetodavna.hr, pristup: 12.08.2016.
48. Zaninović, K. (2008.). Klimatski atlas Hrvatske, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb.