

UTJECAJ KONSOCIJACIJE ORAHA I KUKURUZA NA PRINOS I AGRONOMSKA SVOJSTVA KUKURUZA

Opančar, Andrej

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:461115>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-16**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Andrej Opančar

Diplomski sveučilišni studij Bilinogojstvo

Smjer Ishrana bilja i tloznanstvo

**UTJECAJ KONSOCIJACIJE ORAHA I KUKURUZA NA PRINOS I
AGRONOMSKA SVOJSTVA KUKURUZA**

Diplomski rad

Osijek, 2021.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Andrej Opančar

Diplomski sveučilišni studij Bilinogojstvo

Smjer Ishrana bilja i tloznanstvo

**UTJECAJ KONSOCIJACIJE ORAHA I KUKURUZA NA PRINOS I
AGRONOMSKA SVOJSTVA KUKURUZA**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskoga rada:

1. doc. dr. sc. Vladimir Zebec, predsjednik

2. izv. prof. Vladimir Ivezić, mentor

3. izv. prof. Brigita Popović, član

Osijek, 2021.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Cilj istraživanja.....	1
2. PREGLED LITERATURE.....	2
2.1. Kukuruz (<i>Zea mays</i> L.).....	2
2.2. Agrošumarstvo.....	8
3. MATERIJAL I METODE.....	12
3.1. Lokaliteti pokusa.....	12
3.2. Određivanje insolacije.....	13
3.3. Leaf Area Index (LAI).....	14
3.4. Tree row volume (TRV).....	14
3.5. Agrokemijske analize tla.....	15
3.6. Mjerenje agronomskih svojstava i prinosa kukuruza.....	16
3.7. Statistička obrada podataka.....	17
4. REZULTATI.....	18
4.1. Tlo.....	18
4.2. Mikroklimatski parametri.....	19
4.3. Agronomska svojstva kukuruza.....	25
5. RASPRAVA.....	29
6. ZAKLJUČAK.....	31
7. POPIS LITERATURE.....	32
8. SAŽETAK.....	35
9. SUMMARY.....	36
10. POPIS TABLICA I GRAFIKONA.....	37
11. POPIS SLIKA.....	38

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

BASIC DOCUMENTATION CARD

1. UVOD

Naglim porastom stanovništva tijekom 20. stoljeća stvorila se potreba za unaprjeđivanje poljoprivredne proizvodnje kako bi se uz što manja ulaganja dobio što je moguće veći prinos. Intenzivnom poljoprivrednom proizvodnjom, koja uključuje korištenje velikih količina mineralnih gnojiva i kemijskih sredstava došlo je do pada kvalitete i produktivnosti tla kao i do pada bioraznolikosti. Uz sve to, situaciju je pogoršalo i smanjivanje obradivih površina, kao i sječa šuma. Ovdje svoju ulogu dobiva agrošumarstvo, sustav upravljanja zemljištem gdje se kombinira poljoprivreda i šumarstvo sa nizom pozitivnih utjecaja: očuvanje bioraznolikosti, bolja iskorištenost resursa, povećanje prinosa.

U ovome slučaju, radi se o silvoarabilnom agrošumarstvu, gdje je između redova oraha posijan kukuruz, no moguć je velik broj kombinacija koji može uključivati razne šumske i poljoprivredne kulture.

Nadolazeće klimatske promjene koje bi mogle utjecati na prinose jarih kultura, kao i težnja pronalaska inovativnih pristupa u poljoprivredi kako bi se nosili s nadolazećim temperaturnim ekstremima mogla bi utjecati na sve češću primjenu agrošumarskih i sličnih sustava korištenja zemljišta, a svakako će svoj utjecaj imati i Europska Unija sa financiranjem projekata ovoga tipa.

1.1. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja je određivanje utjecaja konsocijacije oraha i kukuruza na sam prinos kukuruza, kao i na njegova agronomska svojstva, a pokus je proveden u sklopu projekta „*Konsocijacija drvenastih vrsta i poljoprivrednih kultura kao inovativni pristup u agroekosustavima*“.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Kukuruz (*Zea mays* L.)

Kukuruz (*Zea mays* L.) jednogodišnja je biljka iz porodice Poaceae (Gramineae), a potječe iz područja Srednje Amerike (današnjeg Meksika), te je uz pšenicu i rižu najvažnija žitarica u svijetu (Schnable i sur., 2009.). Širokog je areala rasprostranjenosti zahvaljujući različitim tipovima prikladnim za određeni klimat, te je uzgojno područje kukuruza od Kanade (58 °N) na sjeveru sve do Argentine (38 °S) i Novog Zelanda (42 °S) na jugu, dok je optimalno područje uzgoja 15 do 45 ° sjeverne i 21 do 35 ° južne geografske širine. U Europi se pojavljuje 1492. u Španjolskoj, te se početkom 16. stoljeća kukuruz uzgaja u botaničkim vrtovima širom Italije, Španjolske, Njemačke, Francuske i Engleske, dok se na prostor današnje Hrvatske pojavljuje 1572. kada pomorskim putem iz Italije dopijeva u Dalmaciju (Kovačević i Rastija, 2014.).

Uz pšenicu i rižu najzastupljenija je žitarica, a države sa najvećom površinom kukuruza u 2019. godini su Kina (41 280 000 ha), SAD (32 950 670 ha), Brazil (17 518 054 ha), Indija (9 027 130 ha), Argentina (7 232 761 ha), Nigerija (6 857 528 ha), Meksiko (6 690 449 ha), Indonezija (5 644 755 ha), Ukrajina (4 986 900 ha) i Tanzanija (3 428 630 ha).

Tablica 1. Države članice Europske Unije s najvećim površinama (ha) i prinosom (kg/ha) kukuruza u 2019. godini (FAOSTAT).

Država	Površina (ha)	Država	Prinos (kg/ha)
Rumunjska	2 681 930	Španjolska	11,73
Francuska	1 506 100	Grčka	10,68
Mađarska	1 027 590	Austrija	10,42
Poljska	664 950	Italija	9,99
Italija	628 800	Slovenija	9,27
Bugarska	560 910	Portugal	8,98
Njemačka	416 000	Hrvatska	8,98
Španjolska	356 830	Belgija	8,82
Hrvatska	255 890	Njemačka	8,81
Austrija	220 690	Francuska	8,53

Države članice Europske Unije sa najvećim površinama (ha) su Rumunjska (2 681 930 ha), Francuska (1 506 100 ha) i Mađarska (1 027 590 ha), dok su one sa najvećim prinosima Španjolska (11,73 kg/ha), Grčka (10,68 kg/ha) i Austrija (10,42 kg/ha). Hrvatska se sa svojih 255 890 ha površina pod kukuruzom nalazi na 9. mjestu, dok je na 7. mjestu kada je u pitanju prinos sa 8,98 kg/ha.

2.1.1. Morfologija kukuruza

Korijen kukuruza (Slika 1.) je žiličast, prodire do 3 m dubine, dok se najveća masa korijena nalazi u oraničnom sloju do 30 cm. Korijenov sustav sastoji se od primarnog i sekundarnog korijena (Kovačević i Rastija, 2014.).



Slika 1. Korijen kukuruza.

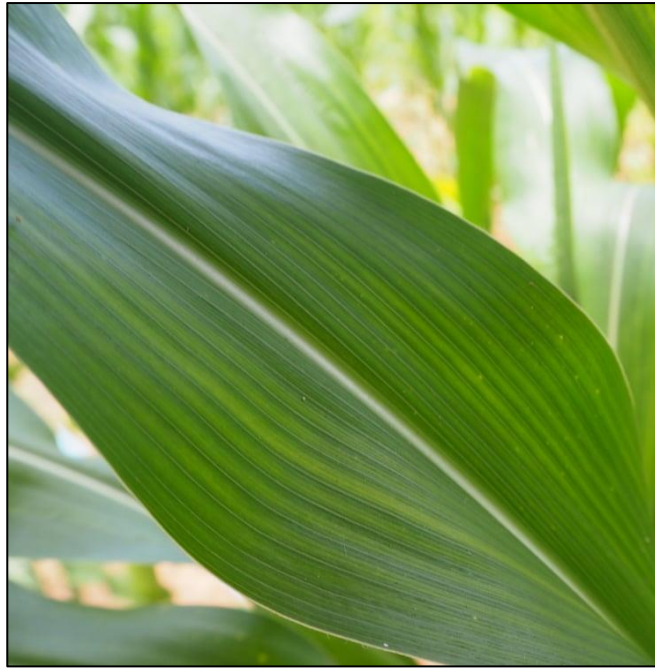
(izvor: knowmoregrowmore.com)

Primarni korijen sastoji se od tri tipa: glavni klicin korijen, bočni klicini (hipokotilni) korijeni i mezokotilni korijen. Glavni korijen raste okomito u dubinu i uloga mu je opskrba mlade biljke vodom i hranivima u periodu nakon nicanja. Mezokotilni korijen razvija se na epikotilu (dio između klice i prvog podzemnog nodija) u uvjetima preduboke sjetve i jako aeriranim tlima te raste horizontalno i nema značaja za biljku (Kovačević i Rastija, 2014.).

Sekundarni korijen raste iz podzemnih i nekoliko nadzemnih nodija stabljike, stoga razlikujemo podzemno nodijalno i nadzemno nodijalno korijenje. Prvo sekundarno korijenje razvija se iz nodija najbližeg zrnu u obliku etaža, a s pojavom svakog para novih listova, razvija se i nova etaža sekundarnog korijenja. Broj korijenja po etaži povećava se od donjih (3-6) prema gornjim etažama (20-30). Prva etaža u tlu oko četiri tjedna razvija se horizontalno, a zatim u dubinu, svaka sljedeća etaža raste manje horizontalno, dok ona zadnja u tlo prodire gotovo okomito. Zračno korijenje formira se iz prva dva do tri nodija iznad površine tla, a uloga mu je da stabilizira i učvrsti stabljiku (Kovačević i Rastija, 2014.).

Stabljika kukuruza je ravna, glatka i ispunjena parenhimom, a visina joj varira u rasponu od 0,5 m na krajnjem sjeveru pa do 7 m kod tropskih kasnozrelih hibrida. Kod hibrida koji se uzgajaju na našem području visina varira od 1,5 m kod najranijih do 3,5 m kod najkasnijih hibrida (Kovačević i Rastija, 2014.). Stabljika je kod ranijih hibrida niža i tanja, a što je vegetacija duža povećava se i debljina i visina. Sadrži 8 do 40 nodija i internodija što također ovisi o dužini vegetacije. Internodiji stabljike pokriveni su rukavcima listova u čijim se pazušcima zameću pupovi bočnih izdanaka, a na donjim, posebice podzemnim nodijima mogu se razviti sekundarni izdanci (zaperci). Njihovo formiranje karakteristika je nekih podvrsta kukuruza, najčešće šećerca i kokičara, ali njihova pojava može biti izazvana i vanjskim uvjetima (rjeđi sklop, jači intenzitet osvjetljenja, pojačana ishrana dušikom) (Pospišil, 2010.).

Kod kukuruza razlikujemo tri tipa listova: klicini listovi, pravi listovi i listovi omotača klipa (komušina). Klicini listovi svoje začetke imaju još u klici, potpuno se razviju u prvih 15 dana nakon nicanja te su od iznimnog značaja za biljku, a ukoliko dođe do oštećenja (npr. pojava mraza), dolazi do zastoja u rastu što će se kasnije odraziti na kašnjenje svih faza rasta i razvoja. Formiranjem pravih listova, klicini listovi gube svoje značenje te se suše (Kovačević i Rastija, 2014.). Pravi listovi (Slika 2.) sastoje se od rukavca, plojke i jezička, a izrastaju nasuprotno (spiralno) iz svakog nodija po jedan. Rukavac je čvrst i debeo, a plojka relativno široka (5-15 cm), dužine 50-100 cm, lice joj je pokriveno dlačicama, a naličje glatko. Ima debelu centralnu žilu s nizom paralelnih žilica te je na vrhu zašiljena. Broj listova na stabljici svojstvo je hibrida i odgovara broju nodija, rani hibridi imaju 8-10 listova, a najkasniji 18-22. Kod potpuno izrasle biljke najveći listovi su oni srednji, u blizini klipa, te se njihova veličina prema vrhu i bazi smanjuje (Kovačević i Rastija, 2014.).



Slika 2. List kukuruza.

(izvor: www.wgarden.eco)

Listovi komušine rukavci su pravih listova izmijenjenog oblika i razvijaju se na nodijima drške klipa koji su podosta zbijeni stoga listovi komušine pokrivaju jedan drugoga te se samo na vanjskim listovima stvara klorofil. Broj listova komušine jednak je broju listova na stabljici iznad klipa, a njihova zadaća je da štite klip od vanjskih utjecaja, štetnika i bolesti. Brzina gubitka vode iz zrna u zriobi usko je vezana sa zatvorenosću klipa komušinom (Kovačević i Rastija, 2014.).

Kukuruz kao jednodomna biljka ima razdvojene muške i ženske cvjetove u posebne cvati na istoj biljci, muški cvjetovi skupljeni su u cvat metlicu (Slika 3.), koja se nalazi na vrhu stabljike, a ženski cvjetovi tvore cvat klip (Slika 4.), i nalazi se u pazušcu jednog od srednjih listova. S obzirom na razdvojenost reproduktivnih organa i različito vrijeme sazrijevanja muških i ženskih cvjetova, kukuruz je stranooplodna biljka. Klip se sastoji od oklaska sa klasićima, drške klipa i listova komušine. Zrno kukuruza jednosjemeni je plod, a sastoji se od tri osnovna dijela: omotača, endosperma i klice (Kovačević i Rastija, 2014.).



Slika 3. Metlica (muški cvjetovi); Slika 4. Klip (ženski cvjetovi)

(izvor: www.wgarden.eco.com)

Postoje različiti načini podjele fenoloških faza kukuruza, a prema klasičnoj podjeli postoje sljedeće faze: klijanje, nicanje, ukorjenjivanje (pojava 3 do 5 listova), formiranje vegetativnih nadzemnih organa, formiranje reproduktivnih organa, metličanje, cvatnja i oplodnja te formiranje, nalijevanje i sazrijevanje zrna. Ove faze mogu se podijeliti i na vegetativno i reproduktivno razdoblje. Vegetativno razdoblje obuhvaća rani porast kukuruza (klijanje i nicanje do pojave desetog lista) i brzi vegetativni porast koji počinje od faze 10 do 12 vidljivih listova i traje do metličanja, dok reproduktivno razdoblje započinje cvatnjom metlice, a završava fiziološkom zriobom.

2.1.2. Agroekološki uvjeti za uzgoj kukuruza

Minimalna temperatura za klijanje kukuruza je 8 °C, dok je ona optimalna 21 do 25 °C, ovisno o fazi razvoja u kojoj se kukuruz nalazi. Temperature iznad 32 °C smanjuju prinose, ali su štete manje ukoliko je dovoljno kiše (Thompson, 1986.). Potreba prema vodi u prosjeku se kreće od 400 do 600 mm, a manje količine mogu biti dovoljne ako je tlo visokog kapaciteta za vodu te nije previše toplo (Tardieu, 1987.).

Najbolje uspjeva na dubokim, prozračnim i propusnim tlima, slabo kisele do neutralne reakcije (pH 6-7), povoljne strukture, te povoljnog toplinskog, vodnog i zračnog režima (Vukadinović i Vukadinović, 2016.). Teška, zbijena i slabo propusna tla, kao i tla lakše teksture, nisu pogodna za uzgoj kukuruza, kao ni kisela tla, no kao najzastupljeniji usjev redovito se uzgaja i na manje povoljnim tlima (Kovačević i Rastija, 2014.).

2.1.3. Agrotehnika proizvodnje kukuruza

Kukuruz se uzgaja na velikim površinama, te se iz tog razloga nalazi u uskom plodoredu, a moguće i u monokulturi, koju podnosi bolje od ostalih žitarica, no Gagro (1997.) navodi da takva praksa rezultira padom plodnosti i degradacijom tla, a češće su i pojave bolesti, štetnika i korova. Među dobre predusjeve za kukuruz spadaju leguminoze, strne žitarice, uljana repica, suncokret i dr. Idealno vrijeme za sjetvu kukuruza je, prema Butorac (1999.) od polovice do kraja travnja u sjeverozapadnim krajevima, dok je za istočni dio zemlje idealni period od 10. do 25. travnja. Kalendarski je ovo optimalni rok sjetve kukuruza, a sjetvu treba započeti kada su temperature sjetvenog sloja veće od 10 °C.

Gnojidbu je najbolje obavljati prema preporukama baziranim na analizama i agrokemijskim svojstvima tla. Najveći dio ili čak ukupna količina fosfora i kalija zaorava se u osnovnoj obradi tla u jesen. Trećina dušičnih gnojiva te preostali dio fosfora i kalija unosi se u tlo prije sjetve, dok se ostatak dušika dodaje prihranom. Prosječna gnojidba na tlima osrednje plodnosti za naša tla kreće oko 150 do 250 kg/ha dušika, 100 do 120 kg/ha fosfora te 120 do 180 kg/ha kalija. Prema Vukadinović i Lončarić (1997.) kod većine tala nema većih opasnosti od gubitka gnojibom dodanih fosfora i kalija, pri čemu je povoljnija jesenska primjena gnojiva, jer se fosfor i kalij raspođeljuju u zonu najvećeg širenja korijena. Ovdje su izuzetak laka, pjeskovita tla, gdje je veća mogućnost ispiranja kalija iz zone korijenovog sustava, te je na takvim tlima kalij bolje unositi pred samu sjetvu.

Gagro (1997.) navodi, da kao obavezan agrotehnički zahvat u proizvodnji, odnosno zaštiti kukuruza ubrajamo suzbijanje korova, bolesti i insekata, a Khan i sur. (2016.) navode da tretiranje herbicidima ima pozitivan utjecaj na rast biljke, kao i na njen prirodni prinos. Korovi kukuruzu oduzimaju hranu, vodu i svjetlo, otežavaju i samu obradu tla, a njihovo suzbijanje obavljamo mehanički, kemijski ili kombinirano. Ukoliko je glavni cilj uzgoja kukuruza dobivanje suhog zrna, prema Pospišil (2010.) idealno vrijeme za sjetvu kukuruza je kada je vlaga u zrnu ispod 20 %, odnosno tijekom tehnološke zrelosti.

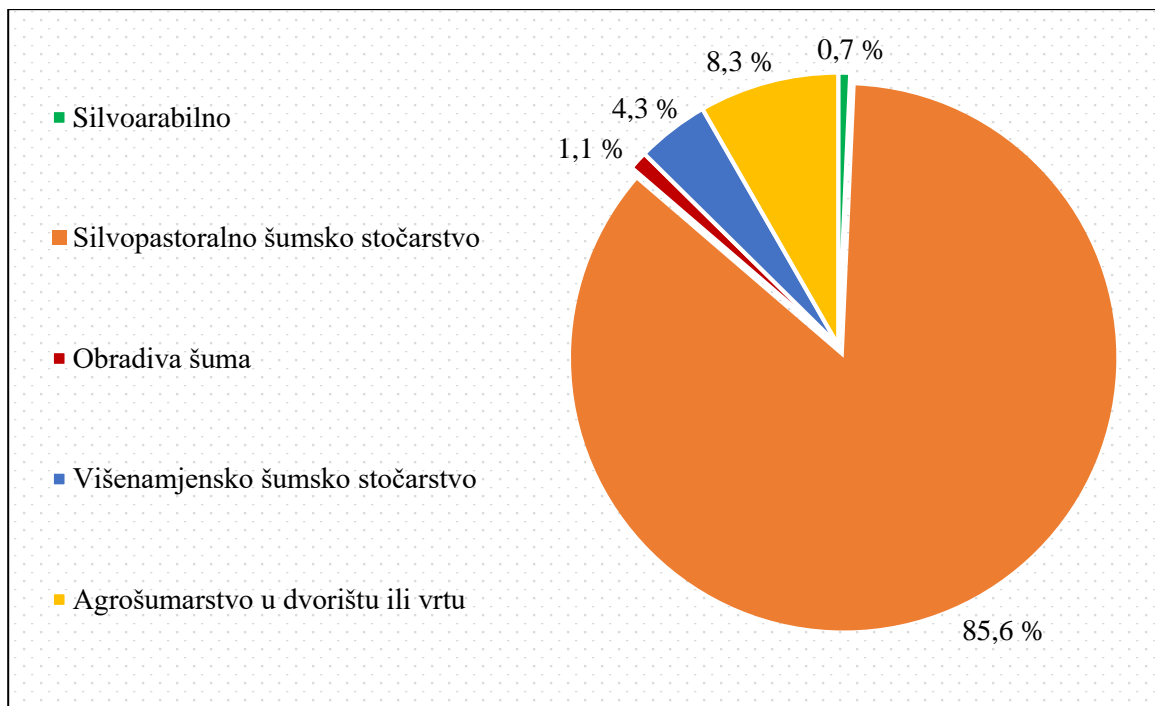
2.2. Agrošumarstvo

Agrošumarstvo je, prema Mosquera-Losada i sur. (2009.) održivo gospodarenje koje integrira poljoprivredne i šumarske djelatnosti na istom zemljištu, dok bi prema Nair (1993.) ono bilo namjerna integracija drveća s poljoprivrednim usjevima i/ili stokom, simulativno ili uzastopno na istoj površini. World Agroforestry (ICRAF) pojam agrošumarstva definira kao dinamičan, ekološki utemeljen sustav upravljanja prirodnim resursima kroz integraciju stabala u poljoprivrednim zemljištima čime se povećava varijabilnost i održivost proizvodnje, dok Association for Tempered Agroforestry (AFTA) agrošumarstvo definira kao intenzivni sustav upravljanja zemljištem kojim se optimiziraju koristi biološke interakcije između stabala i usjeva koji se namjenski kombiniraju. Iako različite, ono što je ključno i u čemu se sve četiri definicije slažu je to da je agrošumarstvo gospodarenje zemljištem gdje se kombinira poljoprivreda i šumarstvo. U Europi se agrošumarstvo klasificira na šest načina na osnovi komponenata (Tablica 2.).

Tablica 2. Vrste agrošumarskih sustava u Europi (Mosquera-Losada i sur. 2016.).

1. Silvoarabilno (konsocijacija drvenastih vrsta s poljoprivrednim kulturama)	Široko razmaknuta stabla među kojima su posijani usjevi (godišnji ili višegodišnji). Stabla mogu biti izolirana ili raštrkana, u drvoredu, živici ili u linijskim pojasevima.
2. Silvopastoralno šumsko stočarstvo	Kombinacija uzgoja životinja s proizvodnjom drvenih i hranidbenih proizvoda. Čine ju šumska ispaša, livada ili pašnjak sa živicom te stabla koja su u liniji ili su raštrkana.
3. Obradiva šuma	Šumska područja korištena za proizvodnju autohtonih usjeva za medicinske, ukrasne ili kulinarske svrhe.
4. Agrošumarstvo u dvorištu ili vrtu	Čini ju kombinacija stabala s ratarstvom ili povrtlarstvom u urbanim područjima.
5. Agrošumarstvo za poboljšanje neobrađene zemlje	Korištenje drvenastih vrsta (uglavnom leguminoza) za poboljšanje osiromašenog zemljišta.
6. Vodozaštitni vegetacijski pojasevi (obalni puferi)	Pojasevi višegodišnje vegetacije između polja i izvora vode (potoka, kanala, jezera) s ciljem zaštite kvalitete vode.

Najzastupljeniji tip agrošumarstva je silvopastoralno šumsko stočarstvo sa 85,6 % od ukupne površine pod agrošumarskim sustavima u EU, što je približno 20 milijuna hektara. Drugi najzastupljeniji tip je onaj u dvorištima ili vrtovima, te sa svojih 8,3 % zauzima površinu od oko 1,8 milijuna hektara. Za ovaj rad, najbitniji je silvoarabilni tip agrošumarstva, koji se po postotku nalazi na posljednjem mjestu, sa 0,7 % od ukupne površine pod agrošumarskim sustavima u EU, što čini oko 360 000 ha. Više od polovice ove površine je pod trajnim nasadima, što je na Grafu 1. prikazano kao višenamjensko šumsko plantažno agrošumarstvo.



Graf 1. Podjela agrošumarstva u Europskoj Uniji izraženo u postocima (Mosquera-Losada i sur., 2016.).

Šumsko-plantažni (silvoarabilni) tip agrošumarstva podrazumijeva kombiniranje jednogodišnjeg ili višegodišnjeg drveća (u redovima ili razbacanog) i poljoprivrednih usjeva, u ovom slučaju kukuruza. Ovakva kombinirana proizvodnja ima niz prednosti kao što su zaštita od vjetra, smanjene oscilacije u temperaturi, povećana vlaga zraka i tla (zasjenjivanjem smanjujemo gubitak vlage evapotranspiracijom), a samim time je poboljšana i iskoristivost vode iz tla, ali i sa lista, te je smanjeno otjecanje vode. Smanjeni su gubici hraniva, čime je povećana iskoristivost hraniva, a dosadašnja istraživanja pokazala su da u silvoarabilnim sustavima zasjenjivanje (insolacija) ima veći utjecaj na rast međukulture nego međusobna borba za hranivima u tlu.

Povećana je i sekvestracija ugljika, koji se skladišti u stablu i korijenu drveta, čijim truljenjem i raspadanjem ugljik prelazi u tlo. S financijskog aspekta, Žalac i sur. (2021.) navode da će prinos od međuredno sijane kulture do određene mjere pomoći s početnim troškovima zasnivanja voćnjaka, te da je ova opcija financijski isplativija u odnosu na uzgoj monokulture.

Silvoarabilni tip agrošumarstva najučestaliji je u Španjolskog (117 000 ha), Italiji (106 000 ha) i Portugalu (76 000 ha), od čega je s višegodišnjim drvećem (kao što je orah) u Italiji 90 000 ha, Španjolskoj 52 000 ha te u Portugalu 40 000 ha.

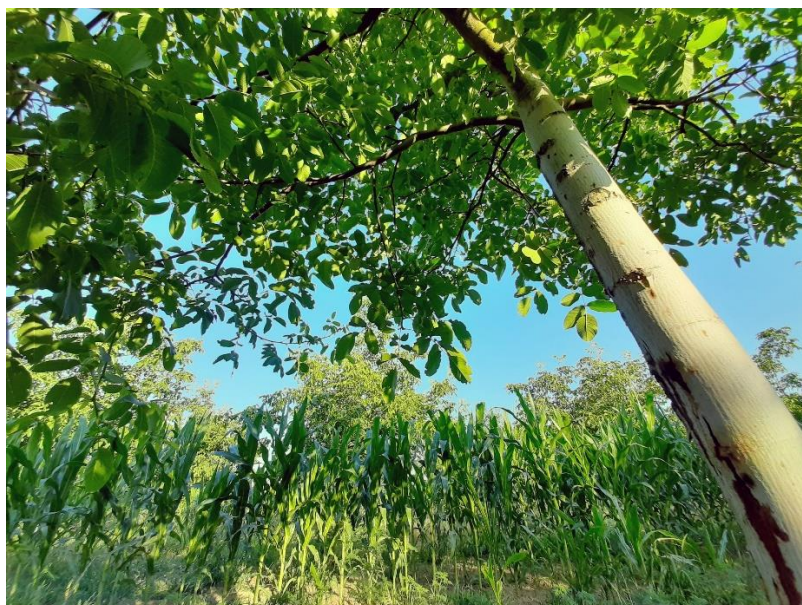


Slika 5. Distribucija šumsko-plantažnog (silvoarabilnog) agrošumarstva u Europi.

(izvor: den Herder i sur., 2017.) (izradio: autor)

2.2.1. Pitomi orah (*Juglans regia* L.)

Franjić (2010.) navodi da je pitomi orah (*Juglans regia* L.) podrijetlom iz srednje Azije, odavno je udomaćen u Hrvatskoj i danas je rasprostranjen na području Balkana, Male Azije, Irana, Afganistana, Himalaja i Kine. Prema Mohni i sur. (2009.) zahtjeva duboka, rahla, nutrijentima bogata i nešto vlažnija tla s pH 6 do 7,5, a raste kao stablo do oko 25 do 30 m visine i promjera do 1 m, s dosta rijetkom, široko ovalnom do okruglastom krošnjom. Kora je tamnosiva, u početku glatka, kasnije uzduž raspucava. Korijenov sustav je jako razvijen s dubokom žilom srčanicom i brojnim bočnim korijenjem. Pupovi su smeđasti ili zelenkastosivi, s 2 do 4 fino dlakave ljuske. Listovi su neparno perasti, 20 do 40 cm dugi, naizmjenični, cvjetovi su jednospolni, muški skupljeni u debelim i dugim visećim resama, a svaki se sastoji od 8 do 40 prašnika i 3 do 5 listića ocvječja, dok su ženski pojedinačni ili u skupinama po 2 do 4. Plod je koštunica promjera 3 do 5 cm, u početku zelena i na površini glatka, u zreloom stanju smeđe boje. Pitomi orah listopadna je vrsta, lista tijekom 4. mjeseca, a plodovi koje počinje donositi između 15. i 20. godine sazrijevaju u 9. mjesecu. Tehnologija sadnje je u razmacima od 8 do 12 m što ga čini kulturom pogodnom za usijavanje drugih vrsta u međuredove. Fernandez-Lopez i sur. (2002.) navode da je sklon nizu gljivičnih, bakterijskih, parazitskih i virusnih oboljenja. Vrste iz roda *Phytophthora* primarni su paraziti korijenja i kore te uzročnici truljenja čitavog korijenovog sustava, dok se antraknoza (*Gnomonia leptostyla*) može prepoznati po sivosmeđim pjegama s tamnim rubom na listu ili plodovima, a takvi zaraženi plodovi se mumificiraju i otpadaju.



Slika 6. Orah (*Juglans regia* L.) u sklopu nasada u Đakovu.

(izvor: Helena Žalac, AGROINOVA)

3. MATERIJAL I METODE

3.1. Lokalitet pokusa

Pokus je postavljen u Đakovu. Nasad oraha u Đakovu star je 11 godina, a razmak između redova je 8 metara, a podijeljen je na dva dijela: dio sa međuredno usijanim kukuruzom, te dio bez međuredno usijanog kukuruza. U blizini lokaliteta postavljena je kontrolna parcele, koja je kao i nasad pod ekološkom proizvodnjom.

Pokus je proveden u sklopu projekta Hrvatske zaklade za znanost pod nazivom „Konsocijacija drvenastih vrsta i poljoprivrednih kultura kao inovativni pristup u agroekosustavima“ u trajanju od 5 godina (2018.-2023.).



Slika 7. Nasad oraha u Đakovu.

(izvor: Helena Žalac, AGROINOVA)

3.2. Određivanje insolacije

Sunčevo zračenje mjereno je u više navrata tijekom vegetacijskog razdoblja, na sredini trake i u sjeni krošnje. Mjerenje je provedeno sa luksmetrom tvrtke Sauter, model SO 200K, s mogućnošću mjerenja osvjetljenja u rasponu od 0,1 do 200 000 lx. Lux je jedinica za osvjetljenost kojom se mjeri svjetlosni tok po jedinici površine.



Slika 8. Sauter SO 200K, uređaj za mjerenje sunčevog zračenja.

(izvor: AGROINOVA)

3.3. Indeks lisne površine

Indeks lisne površine odnosno Leaf Area Index (LAI), prema Yi i sur. (2010.) dobivamo tako da izračunamo površinu svakog lista posebno:

$$W * L * 0,75$$

W – maksimalna širina lista

L – maksimalna dužina lista

Dobivene vrijednosti se zbrajaju za svaki list na biljci, time dobivamo lisnu površinu po biljci, koju množimo sa brojem biljaka po m².

$$M * R = P$$

$$1 \text{ m}^2 : P = \text{npr. } 6,8 \text{ biljaka/m}^2$$

M – međuredni razmak

R – razmak u redu, P – površina koju zauzima jedna biljka

3.4. Volumen nasada

Volumen nasada odnosno Tree Row Volume (TRV) izračunava se na sljedeći način:

$$(H * W * 10\ 000) : R = TRV$$

$$(TRV : 35,676) * 100 = \text{postotak (\%)} \text{ od standardnog TRV-a}$$

H – visina stabla

W – širina stabla

R – razmak između redova

Mjerenje širine krošnje oraha obavljeno je na način da su mjerene najduže i najkraće grane koje su međusobno okomite, a iz dobivenih podataka izvučene su srednje vrijednosti. Za mjerenje visine stabla korištene su mobilne aplikacije.

3.5. Agrokemijske analize tla

3.5.1. pH reakcija tla

Reakcija tla se mjeri i iskazuje kao pH vrijednost koja je pokazatelj niza vrlo važnih agrokemijskih svojstava tla važnih za rast i razvitak te visinu i kakvoću prinosa. Kemijski gledano, pH vrijednost predstavlja negativan dekadski logaritam koncentracije slobodnih vodikovih (H^+) iona u tlu, odnosno njihovog aktiviteta (Vukadinović i Vukadinović, 2016.).

Određuje se u vodi i otopini KCl-a, a postupak određivanja reakcije tla započinje vaganjem 10 g tla koje se potom prelije sa 25 ml destilirane vode i dobro se homogenizira. Nakon što otopina odstoji oko 30 minuta mjeri se pH vrijednost tla.



Slika 9. Uzorkovanje tla tijekom srpnja, Đakovo.

(izvor: Helena Žalac, AGROINOVA)

3.5.2. Organska tvar tla

Organska tvar u tlu odnosno humus ima nezamjenjivu ulogu u nastanku i plodnosti tla. Podrijetlom je od ostataka živih organizama koji su više ili manje razloženi i zatim najvećim dijelom iznova grade organske spojeve tla. U odnosu na količinu mineralnog dijela, organske tvari u tlu je malo, ali veoma snažno utječe na čitav niz značajnih fizikalnih i kemijskih svojstava tla, kao što su struktura, kapacitet za vodu, sadržaj hranjivih elemenata i dr. (Vukadinović i Vukadinović, 2016.).

Humus se određuje standardnom bikromatnom metodom mokrog spaljivanja uzoraka koji su prethodno prosijani kroz sito (sa promjerom od 2 mm). Prosijani uzorci vrlo često se dodatno melju kako bi se postigla veća finoća čestica, a u isto vrijeme smanjile varijabilnosti u rezultatima.

3.5.3. Fosfor i kalij u tlu

Razina lakopristupačnog fosfora i kalija u tlu utvrđena je pomoću AL metode, a sama ekstrakcija fosfora i kalija obavlja se pomoću puferne otopine amonij laktata. Iz osušenog uzorka izvaže se 5 g tla koje se prenese u plastične boce u koje se nakon toga ulije 100 ml ekstrakcijske AL otopine nakon čega se izmućka na rotacijskoj mućkalici pri temperaturi od oko 22 °C pri brzini od 30 do 40 okretaja u minuti u trajanju od 2 do 4 sata. Kalij se određuje direktno iz ekstrakta tla emisijskom tehnikom na atomskom apsorpcijskom spektrofotometru, dok se fosfor određuje plavom metodom.

3.6. Mjerenje agronomskih svojstava i prinosa kukuruza

Uzorci su prikupljeni tijekom faze 3 do 5 listova, mliječne zriobe, voštane zriobe i žetve. U svakoj fazi prikupljeno je po 4 uzorka iz kontrole i 4 uzorka iz konsocijacije, s time da jedan uzorak čini 4 biljke na kojima su mjerena svojstva. Tijekom tih faza mjerena je visina biljke, masa biljke, LAI lista te masa lista ispod klipa dok je u žetvi određen još i prinos te masa 1 000 zrna.

Prinos kukuruza određen je na način da smo u redu kukuruza izmjerili duljinu od 14,3 m, te smo izmjerili masu i broj svih klipova koji se nalaze u toj duljini. Masu zrna 5 klipova smo odvagali i masu jednog klipa pomnožili s brojem klipova u 14,3 m te smo na taj način dobili prinos kukuruza na 10 m², koji nam pomnožen sa 1 000 daje prinos po hektaru. Tijekom berbe na svakoj parceli utvrdili smo prinos zrna i vlagu zrna. Prinos se preračuna u kg/ha na bazi 14 % vlage.

3.7. Statistička obrada podataka

Određivanje statistički značajnih razlika parametara i prinosa kukuruza između dva lokaliteta odrađeno je uz pomoć opisne statistike i analize varijance (ANOVA), točnije Tukeyjevog testa. On predstavlja postupak pomoću kojega se ispituju podaci određenog pokusa, kroz procjenu otklona (odstupanja) pojedinih srednjih vrijednosti od prosječne vrijednosti uzoraka osnovnog skupa. Kod analize varijance računaju se 3 nezavisne ocjene varijance osnovnog skupa: međugrupna, unutargrupna i ukupna (međugrupna i unutargrupna) varijanca (Rebekić, 2017.).

U rezultatima i raspravi statistički značajne razlike u tablicama označene su slovima A, B i C te njihovim međusobnim kombinacijama. Ukoliko postoji statistički značajna razlika, u tablici se nalaze 2 ili više slova ili parova slova, a ukoliko značajne razlike nema, u tablici se nalazi samo jedno slovo.

4. REZULTATI

4.1. Tlo

Reakcija tla u vodi (Tablica 3.) kretala se od 5,7 (kontrola) do 6,4 (konsocijacija i voćnjak), dok se u KCl-u kretala od 4,3 (kontrola) do 5,3 (voćnjak). U oba slučaja je utvrđena značajna statistička razlika između kontrole (niži pH) i konsocijacije i voćnjaka (viši pH). Sadržaj humusa kretao se od 1,6 % u kontroli, preko 1,8 % u voćnjaku do 1,9 % u konsocijaciji. Higroskopnost je u kontroli bila značajno veća u odnosu na konsocijaciju i voćnjak, dok se razina fosfora (P_2O_5) kretala od 8,7 kg/ha u konsocijaciji, 9,8 kg/ha u kontroli pa sve do 11,2 kg/ha u voćnjaku. Razina kalija (K_2O) se kretala od 14,1 kg/ha u kontroli, 15,4 kg/ha u konsocijaciji te 18,7 kg/ha u voćnjaku, te su utvrđene statistički značajne razlike.

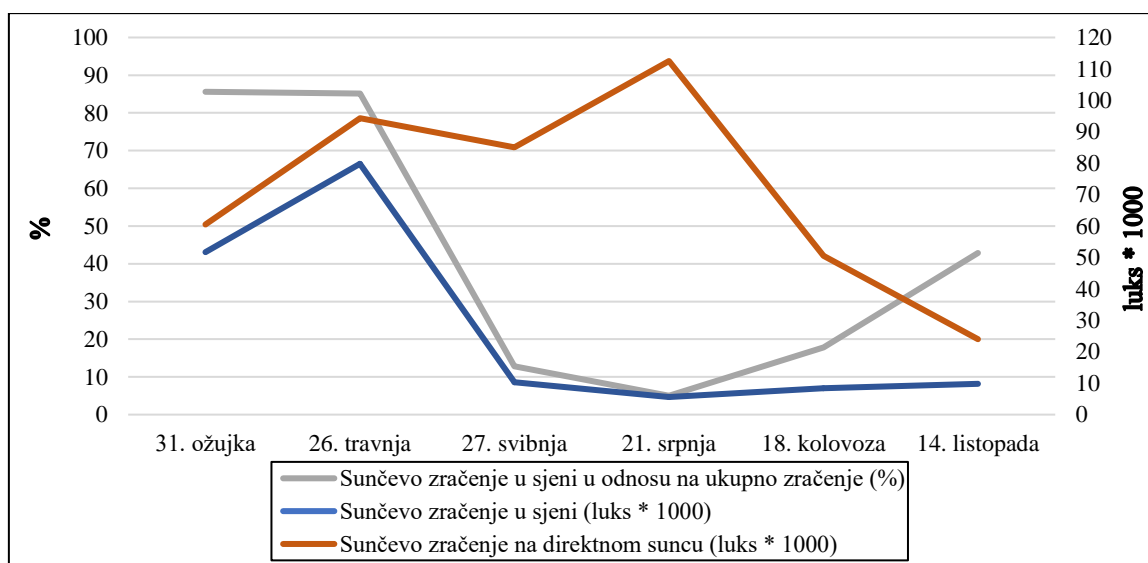
Tablica 3. Agrokemijska svojstva tla (pH, humus, higroskopnost, razina fosfora i kalija).

Svojstvo	Sustav	Broj uzoraka	Vrijednost	Razlika
pH H ₂ O	konsocijacija	16	6,4	A
	kontrola	16	5,7	B
	voćnjak	16	6,4	A
pH KCl	konsocijacija	16	5,2	A
	kontrola	16	4,3	B
	voćnjak	16	5,3	A
humus (%)	konsocijacija	16	1,9	A
	kontrola	16	1,6	A
	voćnjak	16	1,8	A
higroskopnost (%)	konsocijacija	16	3,3	B
	kontrola	16	4,6	A
	voćnjak	16	3,7	B
AL- P_2O_5 (kg/ha)	konsocijacija	16	8,7	A
	kontrola	16	9,8	A
	voćnjak	16	11,2	A
AL- K_2O (kg/ha)	konsocijacija	16	15,4	AB
	kontrola	16	14,1	B
	voćnjak	16	18,7	A

4.2. Mikroklimatski parametri

4.2.1. Insolacija i Tree Row Volume (TRV)

Kod mjerenja insolacije (Graf 1.) utvrđene su značajne razlike između sunčevog zračenja u sjeni krošnje i zračenja na direktnom suncu. Sunčevo zračenje se tijekom ožujka kretalo od 52 000 luksa u sjeni do 60 500 luksa na direktnom suncu. Tijekom travnja kretalo se od 80 000 luksa u sjeni do 94 000 luksa na direktnom suncu a tijekom svibnja dolazi do pada zračenja u sjeni do 10 000 luksa, dok na direktnom suncu iznosi 85 000 luksa. U srpnju je sunčevo zračenje u sjeni iznosilo blizu 6 000 luksa, dok je na direktnom suncu ono bilo 112 000 luksa. U kolovozu dolazi do pada zračenja na direktnom suncu na 50 000 luksa, dok je zračenje u sjeni iznosilo 8 000 luksa. Zračenje na direktnom suncu tijekom listopada nastavlja s padom i iznosi 24 000 luksa, dok je kod zračenja u sjeni zabilježeni blagi porast, te je ono iznosilo gotovo 10 000 luksa. Sunčevo zračenje u sjeni u odnosu na ukupno zračenje kretalo se od 85 % tijekom ožujka i travnja, 12 % tijekom svibnja, 5 % tijekom srpnja, gotovo 18 % tijekom kolovoza te 43 % tijekom listopada.



Graf 2. Insolacija i zasjenjivanje.

Prosječna visina stabla oraha iznosila je 5,2 m, s prosječnom širinom od 5,6 m, dok je međuredni razmak bio 8 m. Uz pomoć ovih podataka izračunat je volumen stabla (TRV) u pokusu te u usporedbi s standardnim volumenom stabla oraha iznosi 102 %.

$$(5,2 [H] * 5,6 [W] * 10\ 000) : 8 [R] = 36\ 400 [TRV]$$

$$(36\ 400 [TRV] : 35,676) * 100 = 102 [postotak (\%) \text{ od standardnog TRV-a}]$$

4.2.2. Temperatura i vlaga unutar sklopa kukuruza

Tijekom svibnja (Tablica 4.), maksimalna izmjerena temperatura u voćnjaku iznosila je 19,4 °C, 18 °C u konsocijaciji te 17,7 °C u kontroli. Iz Tablice 5. zaključujemo da je maksimalna temperatura u voćnjaku značajno viša od onih u konsocijaciji i kontroli. Minimalna temperatura u konsocijaciji iznosila je 14,1 °C, dok je u kontroli i voćnjaku iznosila 14,5 °C.

Maksimalna izmjerena vlažnost tijekom svibnja u voćnjaku iznosi 75,5 %, 72,5 % u kontroli te 66 % u konsocijaciji. Kod sve tri izmjerene vrijednosti utvrđena je statistički značajna razlika. Minimalna vlažnost u kontroli iznosi 34 %, 46,8 % u voćnjaku te 57,5 % u konsocijaciji.

Tablica 4. Temperatura i vlaga tijekom faze 5 do 6 listova, svibanj.

Svojstvo	Sustav	Broj uzoraka	Vrijednost	Razlika
maksimalna temperatura (°C)	konsocijacija	432	18	B
	kontrola	432	17,7	B
	voćnjak	432	19,4	A
minimalna temperatura (°C)	konsocijacija	432	14,1	A
	kontrola	432	14,5	A
	voćnjak	432	14,5	A
raspon temperature (°C)	konsocijacija	432	3,9	B
	kontrola	432	3,2	C
	voćnjak	432	4,9	A
maksimalna vlažnost (%)	konsocijacija	82	66	A
	kontrola	86	72,5	C
	voćnjak	335	75,5	B
minimalna vlažnost (%)	konsocijacija	154	57,5	A
	kontrola	105	34	C
	voćnjak	402	46,8	B
raspon vlažnosti (%)	konsocijacija	75	21,4	B
	kontrola	75	38,8	A
	voćnjak	327	27,9	B

Tijekom lipnja (Tablica 5.), maksimalna izmjerena temperatura u voćnjaku iznosila je 28,5 °C, u kontroli 28,1 °C i 27,8 °C u konsocijaciji. Minimalna temperatura u voćnjaku iznosila je 22,5 °C, dok je u kontroli i konsocijaciji iznosila 22,9 °C.

Maksimalna vlažnost tijekom lipnja u voćnjaku iznosila je 28 %, što je značajna razlika u usporedbi s kontrolom (17,3 %) i konsocijacijom (12,9 %). Minimalna vlažnost u kontroli je 14,3 %, 21,6 % u voćnjaku te 26 % u konsocijaciji.

Tablica 5. Temperatura i vlaga, lipanj.

Svojstvo	Sustav	Broj uzoraka	Vrijednost	Razlika
maksimalna temperatura (°C)	konsocijacija	360	27,8	B
	voćnjak	360	28,5	C
	kontrola	360	28,1	A
minimalna temperatura (°C)	konsocijacija	360	22,9	A
	kontrola	360	22,9	A
	voćnjak	360	22,5	A
raspon temperature (°C)	konsocijacija	360	4,9	B
	kontrola	360	5,2	B
	voćnjak	360	5,9	A
maksimalna vlažnost (%)	konsocijacija	232	80,3	A
	kontrola	120	76,4	A
	voćnjak	232	55,7	B
minimalna vlažnost (%)	konsocijacija	263	49,9	A
	kontrola	132	33,4	B
	voćnjak	296	32,4	B
raspon vlažnosti (%)	konsocijacija	212	24,1	B
	kontrola	118	24	A
	voćnjak	232	22,9	C

Tijekom srpnja (Tablica 6.), maksimalna temperatura u kontroli iznosila je 29,3 °C te 29 °C u konsocijaciji i voćnjaku. Minimalna temperatura u voćnjaku bila je 23,9 °C, 24,4 °C u kontroli te 25,1 °C u konsocijaciji.

Maksimalna vlažnost u kontroli iznosila je 68,6 %, u konsocijaciji 65,6 % dok je u voćnjaku bila značajno niža, 29,1 %. Minimalna vlažnost u voćnjaku iznosila je 23,6 %, 41,7 % u kontroli te 53,2 % u konsocijaciji, što ukazuje na značajne razlike između tri sustava.

Tablica 6. Temperatura i vlaga tijekom vodene zriobe, srpanj.

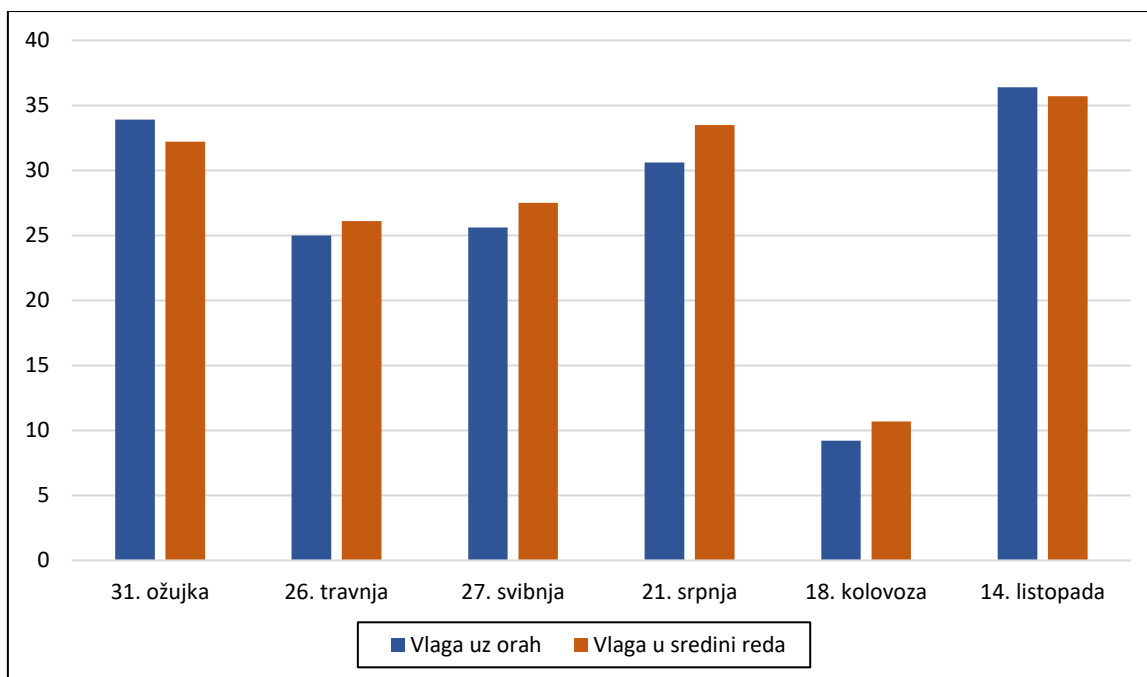
Svojstvo	Sustav	Broj uzoraka	Vrijednost	Razlika
maksimalna temperatura (°C)	konsocijacija	372	29,2	A
	kontrola	372	29,3	A
	voćnjak	372	29,2	A
minimalna temperatura (°C)	konsocijacija	372	25,1	A
	kontrola	372	24,4	A
	voćnjak	372	23,9	A
raspon temperature (°C)	konsocijacija	372	4,1	B
	kontrola	372	4,9	A
	voćnjak	372	5,3	A
maksimalna vlažnost (%)	konsocijacija	245	65,6	A
	kontrola	97	68,6	A
	voćnjak	252	29,1	B
minimalna vlažnost (%)	konsocijacija	271	53,2	A
	kontrola	120	41,7	B
	voćnjak	282	23,6	C
raspon vlažnosti (%)	konsocijacija	219	22,4	A
	kontrola	94	32,5	B
	voćnjak	242	9,4	C

U kolovozu (Tablica 7.), maksimalna temperatura u konsocijaciji bila je 29,1 °C, dok je u kontroli i voćnjaku bila niža (28,7 °C i 28,3 °C). Minimalna temperatura iznosila je 23,1 °C u voćnjaku, 23,5 °C u kontroli te 25,4 °C u konsocijaciji.

Maksimalna vlažnost u kontroli iznosila je 77,7 %, 68,7 % u konsocijaciji te 51,1 % u voćnjaku, što je značajno niže u odnosu na kontrolu i konsocijaciju. Minimalna vlažnost u voćnjaku iznosila je 30 %, 49,2 % u kontroli te 51,9 % u konsocijaciji. Ovdje je također ustanovljena značajna razlika u voćnjaku u odnosu na kontrolu i konsocijaciju.

Tablica 7. Temperatura i vlaga tijekom voštane zriobe, kolovoz.

Svojstvo	Sustav	Broj uzoraka	Vrijednost	Razlika
maksimalna temperatura (°C)	konsocijacija	147	29,1	A
	kontrola	147	28,7	A
	voćnjak	147	28,3	A
minimalna temperatura (°C)	konsocijacija	147	25,4	A
	kontrola	147	23,5	B
	voćnjak	147	23,1	B
raspon temperature (°C)	konsocijacija	147	3,7	B
	kontrola	147	5,2	A
	voćnjak	147	5,2	A
maksimalna vlažnost (%)	konsocijacija	96	68,7	A
	kontrola	18	77,7	A
	voćnjak	80	51,1	B
minimalna vlažnost (%)	konsocijacija	101	51,9	A
	kontrola	22	49,2	A
	voćnjak	102	30	B
raspon vlažnosti (%)	konsocijacija	87	22,8	A
	kontrola	17	32,3	A
	voćnjak	80	24,9	A



Graf 3. Vlaga (mm) uz orah i na sredini reda tijekom vegetacije.

Vlaga je uz orah tijekom ožujka iznosila 33,9 mm, nakon čega slijedi pad, te je tijekom travnja i svibnja izmjerena vlaga od 25 odnosno 25,6 mm. Tijekom srpnja dolazi do blagog porasta (30,6 mm), dok u kolovozu dolazi do ponovnog pada, te je izmjerena vlaga od 9,2 mm. U listopadu je uz orah izmjerena vlaga od 36,4 mm, što je ujedno i najveća količina u čitavom pokusu.

Vlaga u sredini reda kretala se veoma slično kao i ona uz orah, te je u ožujku izmjereno 32,2 mm, dakle 1,7 mm manje u odnosu na vlagu uz orah. U travnju je izmjereno 26,1 mm, što je 1,1 mm više u odnosu na vlagu uz orah. Tijekom svibnja, srpnja i kolovoza vlaga je također bila veća na sredini reda te je iznosila 27,5 mm u svibnju, 33,5 mm u srpnju te 10,7 mm u kolovozu. Tijekom srpnja je izmjerena najveća razlika od 2,9 mm. Situacija se mijenja tek u listopadu, kada je na sredini reda izmjerena vlaga od 35,7 mm, što je 0,7 mm manje od vlage izmjerene uz orah.

Ukoliko gledamo čitavo vegetacijsko razdoblje, vlaga uz orah iznosila je 160,7 mm, dok je u sredini reda iznosila 165,7 mm.

4.3. Agronomska svojstva kukuruza

4.3.1. Visina

Visina kukuruza mjerena je u tri navrata: tijekom faze 5 do 6 listova, vodene zriobe i voštane zriobe, a kretala se u rasponu od 22,9 cm do 228 cm. U fazi 5 do 6 listova, u kontroli je izmjerena visina biljaka od 22,9 cm, dok je u konsocijaciji iznosila 35,5, što je statistički značajna razlika. Tijekom tog perioda, veće razlike u temperaturi između dva sustava nije bilo, dok je kod vlažnosti utvrđena značajna razlika, te je u kontroli maksimalna vlažnost bila znatno veća, a minimalna znatno niža od onih u konsocijaciji.

Tijekom vodene zriobe, također je utvrđena značajna razlika, i dok je u kontroli visina bila 181,8 cm, u konsocijaciji je ona iznosila 222 cm. Tijekom voštane zriobe nastavlja se trend u kojem su biljke u konsocijaciji više (228 cm) u odnosu na one u kontroli (206,4 cm), te je i ovdje utvrđena statistički značajna razlika. Razlike u temperaturi između dva sustava tijekom vodene faze nije bilo, dok je u voštanoj fazi minimalna temperatura bila niža u kontroli za 1,9 °C. Što se vlažnosti tiče, značajne razlike utvrđene su tijekom vodene faze, te je minimalna vlažnost bila značajno niža u kontroli.

Tablica 8. Visina kukuruza tijekom faze 5 do 6 listova, vodene i voštane zriobe.

Svojstvo	Faza	Sustav	Broj uzoraka	Vrijednost	Razlika
visina (cm)	faza 5 do 6 listova	konsocijacija	8	35,5	A
		kontrola	4	22,9	B
	vodena zrioba	konsocijacija	4	222	A
		kontrola	4	181,8	B
	voštana zrioba	konsocijacija	4	228	A
		kontrola	4	206,4	B

4.3.2. Masa cijele biljke

Masa cijele biljke je, kao i visina mjerena u tri navrata, u fazi 5 do 6 listova, vodenoj zriobi i voštanoj zriobi (Tablica 9.). Kao i kod visine, i ovdje su utvrđene statistički značajne razlike tijekom sva tri mjerenja. Masa biljke tijekom faze 5 do 6 listova u kontroli iznosila je 0,39 g, dok je u konsocijaciji iznosila 0,66 g. Značajne razlike u temperaturi nije bilo, ali je u kontroli zabilježena viša maksimalna i niža minimalna vlažnost u odnosu na konsocijaciju.

U vodenoj fazi je razlika između dva sustava još izraženija, te je biljkama u kontroli utvrđena masa od 106,3 g, dok su one u konsocijaciji imale gotovo dvostruko veću masu, 196,3 g. Značajne razlike u temperaturi nije bilo, kao ni kod maksimalne vlažnosti, dok je minimalna vlažnost bila niža u kontroli (41,7 %) u odnosu na konsocijaciju (53,2 %).

U voštanoj zriobi, biljke u kontroli imale su masu od 214,7 g, dok su one u konsocijaciji imale masu od 339,4 g. Značajne razlike u temperaturi i vlazi koje bi utjecale na rezultate nije bilo.

Tablica 9. Masa cijele biljke tijekom faze 5 do 6 listova, vodene i voštane zriobe.

Svojstvo	Faza	Sustav	Broj uzoraka	Vrijednost	Razlika
masa (g)	faza 5 do 6 listova	konsocijacija	8	0,66	A
		kontrola	4	0,39	B
	vodena zrioba	konsocijacija	4	196,3	A
		kontrola	4	106,3	B
	voštana zrioba	konsocijacija	4	339,4	A
		kontrola	4	214,7	B

4.3.3. Masa lista ispod klipa

Masa lista ispod klipa mjerena je u dva navrata, prvi puta tijekom vodene, a drugi puta tijekom voštane zriobe (Tablica 10.). U vodenoj zriobi u kontroli, masa lista ispod klipa iznosila je 4,1 g, dok je u konsocijaciji iznosila 8,2 g, što je razlika od 100 %. Minimalna vlažnost tijekom tog perioda bila je viša u konsocijaciji (53,2 %) nego u kontroli (41,7 %).

Trend se nastavlja i u voštanoj zriobi, masa lista u kontroli iznosila je 5,6 g, a u konsocijaciji 8,6 g, te iako je razlika manja nego u vodenoj zriobi, i dalje je statistički značajna. Minimalna temperatura bila je niža u kontroli (23,5 °C) u odnosu na konsocijaciju (25,4 °C).

Tablica 10. Masa lista ispod klipa tijekom vodene i voštane zriobe.

Svojstvo	Faza	Sustav	Broj uzoraka	Vrijednost	Razlika
masa lista ispod klipa (g)	vodena zrioba	konsocijacija	4	8,2	A
		kontrola	4	4,1	B
	voštana zrioba	konsocijacija	4	8,6	A
		kontrola	4	5,6	B

4.3.4. Leaf Area Index (LAI)

Indeks lisne površine (Tablica 11.) računat u fazi 5 do 7 listova u kontroli iznosio je 0,06 biljaka/m², dok je u konsocijaciji iznosio 0,13 biljaka/m². U vodenoj fazi u kontroli iznosio je 2 biljke/m², dok je u konsocijaciji iznosio 3,47 biljaka/m². U voštanoj fazi u kontroli iznosio je 3,21 biljku/m², dok je u konsocijaciji iznosio 4,96 biljaka/m². Tijekom svake od ovih faza utvrđene su statistički značajne razlike.

Tablica 11. Leaf Area Index (LAI) tijekom faze 5 do 6 listova, vodene i voštane zriobe.

Svojstvo	Faza	Sustav	Broj uzoraka	Vrijednost	Razlika
Leaf Area Index (LAI) (biljaka/m ²)	faza 5 do 6 listova	konsocijacija	8	0,13	A
		kontrola	4	0,06	B
	vodena zrioba	konsocijacija	4	3,47	A
		kontrola	4	2	B
	voštana zrioba	konsocijacija	4	4,96	A
		kontrola	4	3,21	B

4.3.5. Prinos

Mjereno je pet svojstava, od kojih je kod četiri utvrđena statistički značajna razlika. Jedino svojstvo gdje nisu utvrđene značajne razlike je prinos, a on je iznosio 8 t/ha u konsocijaciji te 8,4 t/ha u kontroli, što čini razliku od 5 %.

Visina je u kontroli iznosila 1,8 m, te 2,2 m u konsocijaciji, što čini razliku od 18,2 %. Broj biljaka po hektaru u kontroli iznosio je 67 750, dok je u konsocijaciji iznosio 54 000, što je razlika od 20,3 %. Broj klipova po hektaru u konsocijaciji iznosio je 11 813, dok je u kontroli iznosio 9 515, što čini razliku od 19,5 %. Masa 1 000 zrna u konsocijaciji je iznosila 367,1 g, što je 12,3 % više u odnosu na kontrolu gdje je iznosila 322 g.

Tablica 12. Visina, broj biljaka/ha, broj klipova/ha, masa 1 000 zrna i prinos (t/ha) kukuruza.

Svojstvo	Sustav	Broj uzoraka	Vrijednost	Razlika
visina (m)	konsocijacija	4	2,2 m	A
	kontrola	4	1,8 m	B
broj biljaka/ha	konsocijacija	4	54 000 biljaka/ha	A
	kontrola	4	67 750 biljaka/ha	B
broj klipova/ha	konsocijacija	4	11 813 klipova/ha	A
	kontrola	4	9 515 klipova/ha	B
masa 1 000 zrna (g)	konsocijacija	4	367,1 g	A
	kontrola	4	322 g	B
prinos (t/ha)	konsocijacija	4	8 t/ha	A
	kontrola	4	8,4 t/ha	A

5. RASPRAVA

Biljke kukuruza bile su značajno više u konsocijaciji (18,2 %), kao i broj klipova po hektaru, te ih je u konsocijaciji bilo 19,5 % više u odnosu na kontrolu. Uz to, masa 1 000 zrna u konsocijaciji 12,3 % je veća od one u kontroli. Simpson (1999.) zaključuje da je kukuruz sposoban konkurirati šumskim vrstama za vlagu u tlu te da mu odgovaraju mikroklimatske promjene. Prijašnja istraživanja pokazala su da u konsocijacijama veći utjecaj na usjev u međuredu ima kompeticija za svjetlom nego za hranivima u tlu (Dufour i sur, 2013.). No kako možemo vidjeti iz našeg istraživanja najniže vrijednosti insolacije u sjeni su bile 10 000 luksa, a minimalna vrijednost intenziteta svjetla za kukuruz je 1 400 do 1 800 luksa. Dakle sjena krošnje oraha nije negativno utjecala na intenzitet svjetla a s druge strane pozitivno je utjecala na vlagu unutar nasada, kako su naši rezultati pokazali tijekom ljetnih mjeseci minimalna vlaga unutar kukuruza u konsocijaciji bila je statistički značajno viša od vlage unutar redova kukuruza na njivi. Takvi povoljni mikroklimatski uvjeti su najvjerojatnije jedan od razloga što u konsocijaciji imamo statistički značajno više vrijednosti za visinu biljaka, broj klipova po hektaru, masu 1 000 zrna, masu cijele biljke kao i masu lista ispod klipa te indeks lisne površine.

Broj biljaka po hektaru bio je značajno veći u kontroli, točnije 20,3 % veći u odnosu na konsocijaciju. Što se samoga prinosa kukuruza tiče, nisu utvrđene statistički značajne razlike između konsocijacije (8 t/ha) i kontrole (8,4 t/ha), te je ona iznosila 5 % u korist kontrole. U prilog ovim rezultatima ide i istraživanje Puškarić i sur. (2021.) koje je pokazalo da agrošumarski sustavi imaju pozitivan utjecaj na nematode, bakterije i gljive u tlu, kao i na njihovu bioraznolikost, te da je uz to, najveći sadržaj organske tvari utvrđen u tlu koje je u sklopu agrošumarskog sustava. I u ovome pokusu, iako nije bio statistički značajan, veći sadržaj humusa zabilježen je u konsocijaciji u odnosu na kontrolu.

Ivezić i sur. (2019.) su u sklopu ovoga projekta utvrdili da je prinos pšenice tijekom sezone 2017./18. na kontrolnoj parceli bio 6,7 t/ha, dok je prinos pšenice usijanje u orahe bio 6,0 t/ha, dakle za 11 % niži. No s obzirom da je na parceli s orasima samo 75 % površine bilo usijano (25 % površine su zauzimali orasi), prinos pšenice po hektaru bio je još i niži, tj. 4,5 t/ha. No, ne smijemo zaboraviti na prinos oraha koji je bio jednak kao i u nasadu oraha bez pšenice. Pardon i sur. (2019.) također su utvrdili da je prinos svih kultura u njihovom istraživanju reducirana kao posljedica prisustva drveća, a najveći pad prinosa zabilježen je upravo za kukuruz i šećernu repu u blizini drveća (bliže od 10 m).

Uz to, Ivezić i sur. (2021.) u svom istraživanju utvrdili su da relativni prinos žitarica u silvoarabilnim sustavima dostiže 96 % od onoga u monokulturi, te da se u prosjeku smanjuje 2,6 % po sezoni tijekom prve 21 godine voćnjaka, što ukazuje na povećanu kompeticiju drveća što je ono starije. No, s druge strane, silvoarabilni sustavi u južnoj Europi ne pokazuju nikakav negativan učinak drveća na proizvodnju žitarica.

Suprotno svemu ovome utvrdili su Amadi i sur. (2013.), a to je statistički značajna razlika između prinosa kukuruza u agrošumarskom sustavu i monokulturi, gdje je prinos u agrošumarskom sustavu bio čak 30,9 % veći od onoga u monokulturi.

6. ZAKLJUČAK

Izmjerene vrijednosti minimalne vlage zraka pokazale su značajne razlike unutar kukuruza između konsocijacije i kontrole, tj. oranice. Konsocijacija je imala manje oscilacije između minimalne i maksimalne vlage. Također utvrđene su statistički značajne razlike kod određenih svojstava kukuruza kao što su visina biljaka, broj klipova po hektaru, masa 1 000 zrna, masa cijele biljke kao i masa lista ispod klipa te indeks lisne površine, što ukazuje na pozitivan utjecaj konsocijacije na kukuruz, kako kroz povoljnije mikroklimatske uvjete u sustavu, tako i kroz pozitivan utjecaj ovakvih sustava na tlo, prije svega njegovu bioraznolikost, vlagu te povećan sadržaj organske tvari.

Određena svojstva bila su iznimka, te je tako broj biljaka po hektaru bio veći u kontroli. Kod samog prinosa kukuruza nisu utvrđene statistički značajne razlike između monokulture i konsocijacijskog sustava. No, unatoč tome, u pogledu produktivnosti konsocijacijski sustavi pokazali su se kao vrlo produktivni u usporedbi s uzgojem u monokulturi, posebice s financijskog aspekta, što je jedan od glavnih razloga zašto bi proizvođači mogli pribjegavati ovakvome načinu uzgoja. U prilog tome ide i činjenica o padu kvalitete tla, kao i nadolazeće klimatske promjene te njihov mogući utjecaj na prinose jarih kultura, kao i želja za pronalaskom inovativnih pristupa u poljoprivredi kako bi se lakše nosili s nadolazećim temperaturnim ekstremima.

7. POPIS LITERATURE

1. Amadi, D. C. A., Ildiege, D. A., Sobola, O. (2013.): Agroforestry Technique and Its Influence on Maize Crop Yield in Gombi Local Government, Adamawa State, Nigeria. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 4 (3). 52-55.
2. Butorac, A. (1999.): *Opća agronomija*. Zagreb. Školska knjiga d.d. Zagreb.
3. den Herder, M., Mosquera-Losada, M. R., Moreno, G., Palma, J. H. N. (2017.): Current extent and stratification of agroforestry in the European Union. *Agriculture Ecosystems & Environments*. 241. 121-132.
4. Fernandez-Lopez, J., Aleta, N., Alia, R. (2002.): Noble Hardwoods Network: Report of the 4th (1999) and 5th Meeting (2001). U: Turok, J., Eriksson, G., Russel, K., Borelli, S. *Biodiversity International*. 38-43.
5. Franjić, J., Škovrc, Ž. (2010.): *Šumsko drveće i grmlje Hrvatske*. Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb. 432.
6. Ivezić, V., Stošić, M., Zebec, V., Popović, B., Puškarić, J., Ilić, J., Jović, J. (2019.): Konsocijacija drvenastih vrsta i poljoprivrednih kultura kao inovativnih pristup u agroekosustavima. 54th Croatian & 14th International Symposium on Agriculture. *Agroecology, Ecological Agriculture and Environment Protection*.
7. Ivezić, V., Yang, Y., van der Werf, W. (2021.): Crop yields in European Agroforestry Systems: A Meta Analysis. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 5. 1-13.
8. Kovačević, V., Rastija, M. (2014.): *Žitarice*, Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek.
9. Khan, I. A., Hassan, G., Malik, N., Khan, R., Khan, H., Khan, S. A. (2016.): Effect of Herbicides on Yield and Yield Components of Hybrid Maize (*Zea mays*). *Planta Daninha* 34 (4). 729-736.
10. Moni, C., Pelleri, F., Hernery, G.E. (2009.): *Die Bodenkulture* 60. 21.
11. Mosquera-Losada, M. R., McAdam, J. H., Romero-Franco, R., Santiago-Freijanes, J. J., Rigueiro-Rodriguez, A. (2009.): Definitions and Components of Agroforestry Practices in Europe. *Agroforestry in Europe. Advances in Agroforestry*. 6. Springer, Dordrecht.

12. Mosquera-Losada, M. R., Santiago-Freijanes, J. J., Pisanelli, A., Rois, M., Smith, J., den Herder, M., Moreno, G., Malignier, N., Mirazo, J. R., Lamersdorf, N., Ferreira-Dominguez, N., Balaguer, F., Pantera, A., Rigueiro-Rodriguez, A., Gonzalez-Hernandez, P., Fernandez-Lorenzo, J. L., Romero-Franco, R., Chalmin, A., Garcia de Jalon, S., Garnett, K., Graves, A., Burgess, P. J. (2016.): Extent and success of current policy measures to promote agroforestry across Europe. Deliverable 8.23 for EU FP7, Project: AGFORWARD 613520. 95.
13. Nair, P. K. R. (1993.): An Introduction to Agroforestry. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 499.
14. Pardon, P., Reubens, B., Mertens, J., Reheul, D. (2019.): *Juglans regia* (walnut) in temperate arable agroforestry systems: Effects on soil characteristics, arthropod diversity and crop yield. *Renewable Agriculture and Food Systems* 35 (5). 1-17.
15. Pospišil, A. (2010.): Ratarstvo 1. dio, Agronomski fakultet Zagreb, Zagreb.
16. Pospišil, A., Pospišil, M. (2013.): Ratarstvo – praktikum, Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb. 135.
17. Puškarić, J., Jović, J., Ivezić, V., Popović, B., Paponja, I., Brmež, M. (2021.): The communities of the Nematodes, Bacteria and Fungi and the Soil's Organic Matter in an Agroforestry Ecosystem in Croatia. *Poljoprivreda*, Vol. 27 (1). 66-74.
18. Rebekić, A. (2017.): Opisna statistika, Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek. 77.
19. Schnable, P.S., Ware, D., Fulton, R.S. (2009.): The B73 maize genome: complexity, diversity and dynamics. *Science* 326: 1112-1115.
20. Simpson, J. A. (1999.): Effects of shade on maize and soybean productivity in a tree based intercrop system. The University of Guelph. National Library of Canada. 106.
21. Tardieu, F. (1987.): Etat structural, enracinement et aliementation hydrique du maïs. III. Disponibilite des reserves en eau du sol. *Agronomie* 7: 279-288.
22. Thompson, L. M. (1986.): Climatic change, weather variability and corn production. *Agronomy Journal* 78: 649-653.
23. Vukadinović, V., Lončarić, Z. (1997.): Ishrana bilja, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
24. Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2016.): Tlo, gnojidba i prinos.

Web literatura

1. www.fao.org [<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>]
2. knowmoregrowmore.com [<https://knowmoregrowmore.com/crop/corn/>]
3. www.wgarden.eco [<https://www.garden.eco/category/vegetables/corn>]

8. SAŽETAK

Istraživanje utjecaja konsocijacijskog sustava oraha i kukuruza na agronomska svojstva i prinos kukuruza provedeno je na 11 godina starom voćnjaku u Đakovu, a uključivalo je dva sustava proizvodnje: konsocijacija oraha i kukuruza te oranica odnosno kontrolna parcela bez oraha koja se nalazila u neposrednoj blizini. Tijekom vegetacije utvrđen je agrokemijski sastav tla koji je uključivao pH reakciju tla, sadržaj humusa, te razinu fosfora i kalija. Reakcija tla u kontroli bila je osjetno kiselija, dok je razina humusa bila veća u konsocijaciji, kao i razina kalija. Uz to praćeni su i mikroklimatski parametri: temperatura, vlaga, insolacija te volumen stabala, te dok za temperaturu nije utvrđena značajna razlika, minimalna vlaga bila je značajno veća u konsocijaciji tijekom vegetacije kukuruza, te su i oscilacije između minimalne i maksimalne vlage u konsocijaciji bile manje. Rezultati su pokazali značajne statističke razlike kod agronomskih svojstava kukuruza, te je tako visina biljaka u konsocijaciji bila značajno veća, kao i broj klipova po hektaru, masa 1 000 zrna, masa cijele biljke, masa lista ispod klipa te indeks lisne površine. Broj biljaka po hektaru bio je značajno veći u kontroli (20,3 %), a za prinos kukuruza nisu utvrđene statistički značajne razlike, te je on u konsocijaciji iznosio 8 t/ha, dok je u kontroli iznosio 8,4 t/ha. S time dolazimo do zaključka da je uzgoj poljoprivrednih kultura u konsocijaciji s orahom isplativ, kako iz ekonomskog, tako i ekološkog pogleda, no obično dolazi do pada prinosa usjeva nakon desetak godina od sadnje.

Ključne riječi: konsocijacija, kukuruz, orah, prinos, agronomska svojstva

9. SUMMARY

Research was conducted on the influence of intercropped system which includes walnut and maize on maize agronomic traits and yield. The 11 year old orchard is located in Đakovo, and it includes two production systems: orchard intercropped with maize and a maize control field that is nearby. During the vegetation the agrochemical composition of soil was determined, and it included soil's pH, organic matter content, and the level of phosphorus and potassium. Control field pH has been noticeably more acidic, while the organic matter content as well as the potassium level were higher in the intercropped system. Besides that, microclimatic parameters such as temperature, moist, insolation and tree volume were monitored, and while no significant difference was determined for the temperature, minimum air humidity was significantly higher in intercropped systems. Also, oscillations between minimum and maximum air humidity were lower in intercropped systems. The results showed significant difference in agronomic traits of maize, plants were taller in intercropped systems, number of corn cobs per hectare was higher, as well as the 1 000 grains mass, plant mass, mass of a leaf below corn piston and the Leaf Area Index (LAI). Number of plants per hectare was higher in the control field by 20,3 %. As for the maize yield, there was no significant difference between intercropped system (8 t/ha) and the control field (8,4 t/ha). With that being said, we come to the conclusion that the intercropped system farming is profitable, not only economically, but from environmental aspect as well, but usually there is a drop in yield roughly ten years after planting.

Key words: intercropping, maize, walnut, yield, agronomic traits

10. POPIS TABLICA I GRAFIKONA

Redni broj:	Sadržaj:	Stranica:
Tablica 1.	Države članice Europske Unije s najvećim površinama (ha) i prinosom (kg/ha) kukuruza u 2019. godini	2.
Tablica 2.	Vrste agrošumarskih sustava u Europi	8.
Tablica 3.	Agrokemijska svojstva tla (pH, humus, higroskopnost, razina fosfora i kalija)	18.
Tablica 4.	Temperatura i vlaga tijekom faze 5 do 6 listova, svibanj	20.
Tablica 5.	Temperatura i vlaga, lipanj	21.
Tablica 6.	Temperatura i vlaga tijekom vodene zriobe, srpanj	22.
Tablica 7.	Temperatura i vlaga tijekom voštane zriobe, kolovoz	23.
Tablica 8.	Visina kukuruza tijekom faze 5 do 6 listova, vodene i voštane zriobe	25.
Tablica 9.	Masa cijele biljke tijekom faze 5 do 6 listova, vodene i voštane zriobe	26.
Tablica 10.	Masa lista ispod klipa tijekom vodene i voštane zriobe	27.
Tablica 11.	Leaf Area Index (LAI) tijekom faze 5 do 6 listova, vodene i voštane zriobe	27.
Tablica 12.	Visina, broj biljaka/ha, broj klipova/ha, masa 1 000 zrna i prinos (t/ha) kukuruza.	28.
Redni broj:	Sadržaj:	Stranica:
Graf 1.	Podjela agrošumarstva u Europskoj Uniji izraženo u postocima	9.
Graf 2.	Insolacija i zasjenjivanje	19.
Graf 3.	Vlaga (mm) uz orah i na sredini reda tijekom vegetacije	24.

11. POPIS SLIKA

Redni broj:	Sadržaj:	Stranica:
Slika 1.	Korijen kukuruza	1.
Slika 2.	List kukuruza	5.
Slika 3.	Metlica (muški cvjetovi)	6.
Slika 4.	Klip (ženski cvjetovi)	6.
Slika 5.	Distribucija šumsko-plantažnog (silvoarabilnog) agrošumarstva u Europi	10.
Slika 6.	Orah (<i>Juglans regia</i> L.) u sklopu nasada u Đakovu	11.
Slika 7.	Nasad oraha u Đakovu u konsocijaciji	12.
Slika 8.	Sauter SO 200K, uređaj za mjerenje sunčevog zračenja	13.
Slika 9.	Uzorkovanje tla tijekom srpnja, Đakovo	15.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Sveučilišni diplomski studij Blinogojstvo, smjer Ishrana bilja i tloznanstvo

Diplomski rad

UTJECAJ KONSOCIJACIJE ORAHA I KUKURUZA NA PRINOS I AGRONOMSKA SVOJSTVA KUKURUZA

Andrej Opančar

Sažetak:

Istraživanje utjecaja konsocijacijskog sustava oraha i kukuruza na agronomska svojstva i prinos kukuruza provedeno je na 11 godina starom voćnjaku u Đakovu, a uključivalo je dva sustava proizvodnje: konsocijacija oraha i kukuruza te oranica odnosno kontrolna parcela bez oraha koja se nalazila u neposrednoj blizini. Tijekom vegetacije utvrđen je agrokemijski sastav tla koji je uključivao pH reakciju tla, sadržaj humusa, te razinu fosfora i kalija. Reakcija tla u kontroli bila je osjetno kiselija, dok je razina humusa bila veća u konsocijaciji, kao i razina kalija. Uz to praćeni su i mikroklimatski parametri: temperatura, vlaga, insolacija te volumen stabala, te dok za temperaturu nije utvrđena značajna razlika, minimalna vlaga bila je značajno veća u konsocijaciji tijekom vegetacije kukuruza, te su i oscilacije između minimalne i maksimalne vlage u konsocijaciji bile manje. Rezultati su pokazali značajne statističke razlike kod agronomskih svojstava kukuruza, te je tako visina biljaka u konsocijaciji bila značajno veća, kao i broj klipova po hektaru, masa 1 000 zrna, masa cijele biljke, masa lista ispod klipa te indeks lisne površine. Broj biljaka po hektaru bio je značajno veći u kontroli (20,3 %), a za prinos kukuruza nisu utvrđene statistički značajne razlike, te je on u konsocijaciji iznosio 8 t/ha, dok je u kontroli iznosio 8,4 t/ha. S time dolazimo do zaključka da je uzgoj poljoprivrednih kultura u konsocijaciji s orahom isplativ, kako iz ekonomskog, tako i ekološkog pogleda, no obično dolazi do pada prinosa usjeva nakon desetak godina od sadnje.

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: doc. dr. sc. Vladimir Ivezić

Broj stranica: 38

Broj grafikona i slika: 12

Broj tablica: 12

Broj literaturnih navoda: 24

Broj priloga: 0

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: konsocijacija, kukuruz, orah, prinos, agronomska svojstva

Datum obrane: 3.11.2021.

Stručno povjerenstvo za obranu:

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

Rad je pohranjen u: Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Graduate thesis

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

University Graduate Studies, Plant production, course Plant nutrition and Soil Science

MAIZE YIELDS IN INTERCROPPED SYSTEMS OF WALNUT AND MAIZE

Andrej Opančar

Abstract:

Research was conducted on the influence of intercropped system which includes walnut and maize on maize agronomic traits and yield. The 11 year old orchard is located in Đakovo, and it includes two production systems: orchard intercropped with maize and a maize control field that is nearby. During the vegetation the agrochemical composition of soil was determined, and it included soil's pH, organic matter content, and the level of phosphorus and potassium. Control field pH has been noticeably more acidic, while the organic matter content as well as the potassium level were higher in the intercropped system. Besides that, microclimatic parameters such as temperature, moist, insolation and tree volume were monitored, and while no significant difference was determined for the temperature, minimum air humidity was significantly higher in intercropped systems. Also, oscillations between minimum and maximum air humidity were lower in intercropped systems. The results showed significant difference in agronomic traits of maize, plants were taller in intercropped systems, number of corn cobs per hectare was higher, as well as the 1 000 grains mass, plant mass, mass of a leaf below corn piston and the Leaf Area Index (LAI). Number of plants per hectare was higher in the control field by 20,3 %. As for the maize yield, there was no significant difference between intercropped system (8 t/ha) and the control field (8,4 t/ha). With that being said, we come to the conclusion that the intercropped system farming is profitable, not only economically, but from environmental aspect as well, but usually there is a drop in yield roughly ten years after planting.

Thesis performed at: Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Mentor: PhD Vladimir Ivezić

Number of pages: 38

Number of figures: 12

Number of tables: 12

Number of references: 24

Number of appendices: 0

Original in: Croatian

Key words: intercropping, maize, walnut, yield, agronomic traits

Thesis defended on date: 3.11.2021.

Reviewers:

1. PhD Vladimir Zebec, chair
2. PhD Vladimir Ivezić, mentor
3. PhD Brigita Popović, member

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1