

Utjecaj LED i FLUO osvjetljenja na rast klijanaca timijana (*Thymus vulgaris* L.) i origana (*Origanum vulgare* L.)

Šperanda, Terezija

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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:151:530569>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-18**



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](#)



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Terezija Šperanda

Diplomski studij Povrćarstvo i cvjećarstvo

UTJECAJ LED I FLUO OSVJETLJENJA NA RAST KLIJANACA TIMIJANA
(Thymus vulgaris L.) I ORIGANA (Origanum vulgare L.)

Osijek, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Terezija Šperanda

Diplomski studij Povrćarstvo i cvjećarstvo

UTJECAJ LED I FLUO OSVJETLJENJA NA RAST KLIJANACA TIMIJANA
(Thymus vulgaris L.) I ORIGANA (Origanum vulgare L.)

Povjerenstvo za ocjenu diplomskog rada:

1. Dr.sc. Marija Ravlić, predsjednik
2. Izv.prof.dr.sc. Tomislav Vinković, mentor
3. Izv.prof.dr.sc. Miro Stošić, član

Osijek, 2019.

SADRŽAJ

1.	UVOD	1
2.	PREGLED LITERATURE	2
2.1.	Biološke osobine timijana i origana.....	2
2.2.	Kemijski sastav timijana i origana.....	4
2.3.	Nutritivne vrijednosti i ljekovita svojstva timijana i origana.....	7
2.4.	Agroekološki čimbenici u proizvodnji timijana i origana	10
2.2.1.	Abiotski čimbenici.....	10
2.2.2.	Plodored i priprema tla	13
2.2.3.	Ishrana biljke i njega usjeva	14
2.2.4.	Razmnožavanje timijana.....	14
2.2.5.	Proizvodnja sjemena timijana.....	14
2.2.6.	Košnja herbe timijana	15
2.2.7.	Plodored origana.....	15
2.2.8.	Gnojidba origana	15
2.2.9.	Sjetva origana	15
2.2.10.	Njega usjeva.....	16
2.2.11.	Navodnjavanje	16
2.2.12.	Kontrola korova	16
2.2.13.	Žetva origana	16
2.2.14.	Proizvodnja sjemena	17
2.5.	CILJ ISTRAŽIVANJA	17
3.	MATERIJAL I METODE RADA	18
4.	REZULTATI I RASPRAVA	20
5.	ZAKLJUČAK	26
6.	POPIS LITERATURE	27
7.	SAŽETAK.....	30
8.	SUMMARY	31
9.	POPIS TABLICA.....	32
10.	POPIS SLIKA.....	33
11.	POPIS GRAFIKONA.....	34
	TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA.....	35
	BASIC DOCUMENTATION CARD.....	36

1. UVOD

Začinima i začinskim biljem mijenjamo miris, okus i boju jela. Začini imaju široku primjenu u prehrambenoj industriji, proizvodnji raznih pića te svagdje gdje je važan miris. Nekoć su egzotičnim i skupim začinima domaćini impresionirali svoje goste i podizali si ugled. Nekad su začini iz dalekih zemalja bili skupocjeni i dostupni samo odabranima. U antičkom Rimu i u južnoj Indiji začini su imali ulogu da poprave miris i okus hrane koja je izgubila prirodna svojstva zbog visokih temperatura, dugotrajnog transporta, neprirodne proizvodnje, predugog ciklusa prodaje... Začini mogu biti sušeni, svježiji ili zaleđeni, manje ili više prerađeni, cijeli, lomljeni, tucani, sjeckani, grubo ili fino mljeveni. Brojne su mješavine suhih začina, umaka, pasta, začinenog octa i ulja. Dobivaju se od plodova, sjemenki, listova, cvjetova, dijelova cvijeta, pupoljaka, podanaka, lukovica i korijena. U prehrambenoj industriji mnogo se rabe ekstrakti začina: esencijalna ulja i uljane smole (oleorezini) i njihovi proizvodi u obliku otopina, kapsula i suhih preparata koji se lako otapaju u vodi. Začinima valja rukovati mudro, u primjeni začina treba biti umjeren. Oprez je nužan ukoliko su namirnice kvalitetne, prirodne i svježije i nježna mirisa i okusa. Previše začina tada prekriva izvorne mirise i okuse te može upropastiti jelo (Borovac, 2005.). Osjetljivost na klimatske uvjete i starenje razlikuje se od začina do začina:

- Začine valja čuvati od topline. Dobro je da su na hladnom mjestu, na temperaturi nižoj od 20 °C. Kod veće količine dobro ih je čuvati na temperaturi 5-10 °C.
- Začine valja čuvati od vlage. Dobro je da su na suhom mjestu. Relativna vlažnost zraka ne smije biti veća od 60 %.
- Začine valja čuvati od svjetla. Dobro je da bude na tamnom mjestu. Opasne su sunčeva svjetlost i fluorescentna rasvjeta.
- Začine treba čuvati od neugodnih mirisa.
- Začine valja čuvati u neprozirnim i zrako nepropusnim posudama.
- Dobro je pri kupnji pripaziti na rok trajanja. Rok trajanja se razlikuje od začina do začina. Neka aromatična esencijalna ulja izrazito brzo isparavaju, osobito ako je začini mljeveni. Takve začine najbolje je ne kupovati mljevene nego ih neposredno prije upotrebe samljeti ili usitniti u mužaru.

Timijan i origano su začinske biljke koje se uzgajaju u rasadnicima kao presadnice za tržište. Pri tome je potrebno osigurati odgovarajuću rasvjetu. Suvremeni uzgoj podrazumijeva upotrebu LED i FLUO lampi koje emitiraju različiti spektar svjetlosti.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Biološke osobine timijana i origana

Timijan (*Thymus vulgaris*) pripada porodici *Lamiaceae*. Ime roda potječe od grčke riječi *thymos* ili *thymon*, što znači tamjan, zbog mirisa koji na njega podsjeća. Timijan je mediteranska biljka. U ostalim dijelovima svijeta uzgaja se kao dekorativna biljka i za dobivanje droga. Timijan je bio omiljena začinska biljka još u starom vijeku. Riječ *thymos* znači i hrabrost te je bio simbol viteštva. Grkinje su vezle timijan na odjeću svojih muževa koji su se spremali za rat. Timijan vodi podrijetlo iz oblasti zapadnog Sredozemlja (Španjolska, Francuska) gdje raste samoniklo. S obzirom na široku primjenu timijana, uzgaja se u više zemalja, a na većim površinama u Rusiji, Španjolskoj, Francuskoj i sjevernoj Africi i Americi. To je polužbunasta, višegodišnja, zeljasta biljka, visoka 20-30 cm. Prošlogodišnje grane su odrvenjele. Cvjetne stapke su pokrivene kratkim dlačicama. Donji listovi na cvjetnim granama su unazad savijeni, a srednji i gornji sa kratkom drškom, na licu su goli, a na naličju dlakavi. Cvasti su izdužene. Čašica sa trbušne strane je pokrivena dlakama, a zubci na gornjoj usni kratko trouglasti. Krunica je roza do ljubičasta. Listovi čašice i krunice su gusto pokriveni svjetlucavim žlijezdama (Diklić, 1975; Sarić, 1989.). Cvjeta od svibnja do srpnja. Plod je sastavljen od četiri oraščića u kojem je smješteno sjeme. Sjeme sazrijeva od srpnja do rujna, sitno je, smeđe boje. Od timijana se koristi list (*Thymi folium*), nadzemni dio biljke u cvijetu (*Thymi herba*) i eterično ulje (*Thymi aetherolum*).



Slika 1. Morfološki prikaz biljke timijana

(Izvor: <https://pfaf.org/Admin/PlantImages/ThymusVulgaris.jpg>)

Origano (*Origanum vulgare*) je višegodišnja zeljasta biljka iz porodice *Lamiaceae*. Latinsko ime roda *Origanum* znači radost planine, vuče podrijetlo preko grčke riječi *oros* (planina) i *ganos* (sreća). Ime vrste *vulgare* znači običan, uobičajen. Drugi naziv za origano je mravinac, jer biljka sadrži eterična ulja koja rastjeruje mrave. Pčelari koriste origano protiv voštanog moljca. Kao samoniklo bilje rasprostranjen je od mediteranskog dijela Europe do centralne Azije, a kao ljekovita i aromatična biljka upotrebljava se već stoljećima. Karakterizira ga tanak korjenov sustav. Stabljike su većinom uspravne, crvenkaste, u niže odrvenjele, a gore razgranate. Narastu do 60 cm visine. Rizom je horizontalan, s brojnim malim korijenima. Listovi su jednostavni, mali, dugi 1-4 cm i široki 1-2.5 cm, ušiljeni, smješteni nasuprotno i nalaze se na kratkim peteljkama, pri dnu stabljike su veći, a prema vrhu stabljike sve manji. Cvjetovi su dvospolni, mali, veliki 4-7 mm, nalaze se na kratkim peteljkama i gusto su skupljeni u metličaste cvatove na vrhovima stabljika i grančica. Čaška im je ljevka, u unutrašnjosti s dugim, čekinjastim dlakama. Cijev vjenčića je zvonast, svijetloroza boje, te iz njega strše prašnici. Cvate od lipnja do rujna. Plod je vrlo sitan kalavac, gladak, crvenkastosmeđi, dug oko 1 mm. Sjemenke su vrlo sitne, pa se masa 1000 sjemenki kreće od 0.10-0.20 g. Cijela biljka ima vrlo snažan miris, zbog visokog sadržaja eteričnog ulja, posebno timola. Staništa su mu sunčana ili polusjenovita područja, suhe livade i hranjiva tla, svijetle listopadne ili crnogorične šume i šikare, nalazimo ga uz putove i staze do 1800 m nadmorske visine. Razmnožava se sjemenom. Najčešće se sije na toplo mjesto da male biljčice budu zaštićene od prejakih sunčevih zraka. Kad narastu presađuju se na otvoreno. Vrlo je dobra medonosna biljka. Na površini od 1 ha prinosi mogu biti od 100 kg meda. Beru se listovi i vršni cvjetovi, cvatući vrhovi imaju najviše ljekovitih tvari. Mogu se odrezati cijele biljke te sušiti da vise na zidu, na prozračnom i sjenovitom mjestu. Destilacijom nadzemnog dijela biljke u cvatu proizvodi se eterično ulje bogato fenolima.



Slika 2. Morfološki prikaz biljke origana

(Izvor: https://www.soin-et-nature.com/22216-large_default/origan-luminary-cut-iphym-origanum-vulgare-l-herbalism.jpg)

2.2. Kemijski sastav timijana i origana

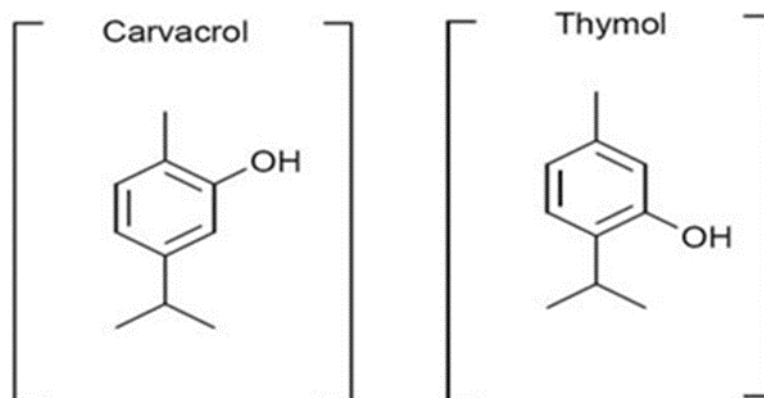
Ove začinske biljke imaju bogat sastav različitih kemijskih spojeva koji imaju biološko djelovanje. **Karvakrol** i **timol** su izomeri i predstavljaju monoterpenske fenole koji su prisutni u eteričnim uljima mnogih biljaka iz porodice Lamiaceae: *Thymus vulgaris*, *Thymus serpyllum*, *Origanum vulgare*, *Satureja thymbra*, *Thymbra capitata*.

Timol predstavlja bezbojne, velike kristale, mirisa na timijan, aromatičnog i ljutog okusa. Zagrijavanjem se topi i isparava. Nije topiv u vodi, a lako se otapa u etanolu, kloroformu, masnim i eteričnim uljima. Topiv je i u bazama (NaOH) (pošto je slaba kiselina) gradeći fenolate. Nastali fenolati se otapaju u vodi, ali i u alkoholu. Natrijeve i kalijeve soli karvakrola i timola mogu se dobiti u alkoholnoj otopini (apsolutnom alkoholu bez prisustva vode). Koristi se kao odličan antiseptik. Koristi se u kozmetičkim preparatima za njegu usta ili izvana za dezinfekciju kože.

Karvakrol je bezbojna do blijedožuta, zapaljiva, viskozna, uljna tekućina na temperaturi od 20 °C. Mirisa je karakterističnog na origano i oporog okusa. Točka topljenja je na 0 °C, a točka ključanja je 236-237 °C. Topiv je u etanolu, etil-eteru, propilen glikolu i bazama, a netopiv u vodi.

Karvakrol i timol mogu se dobiti na dva načina:

- Ekstrakcijom iz biljnih droga
- Sintetskim putem



Slika 3. Stukturna formula karvakrola i timola

(Izvor: <https://www.baltikjunior.com/wp-content/uploads/2012/12/Strukturne-formule-karvakrola-i-timola.gif>)

Eterična ulja su hlapiva ulja koja nastaju u biljkama kao konačni proizvodi metabolizma. Skupljaju se u žljezdanim dlakama ili žljezdanim ljuskama epiderme, u posebnim uljnim stanicama ili većim uljnim stanicama ili većim uljnim zbirnim kanalima. Nastaju u svim organima biljaka. Kod nekih biljaka se nalaze u cijeloj biljci, a kod drugih samo u nekim organima. Biljke, odnosno droge koje se ubrajaju u skupinu droga s eteričnim uljima sadržavaju prosječno 1-2 % eteričnog ulja, katkad i do 20 %. Najveće količine eteričnih ulja dobivaju se destilacijom s vodenom parom. Mogu se dobiti još i cijedenjem, fermentacijom ili ekstrakcijom (Kostadinović, 2013; Mišan i sur., 2013; Parađiković, 2014.).

Nadzemni dio timijana u cvijetu upotrebljava se za dobivanje eteričnog ulja destilacijom pomoću vodene pare. Eterično ulje timijana je žuta do crvenkastožuta tekućina, jakog mirisa na timol, aromatičnog i ljutog okusa. Timol i karvakrol odgovorni su za antiseptičnost eteričnog ulja, pa timijan ulazi u sastav raznih lijekova za bolju probavu i za izradu preparata za usta i zube. Timijan, eterično ulje, a posebno timol upotrebljavaju se protiv nekih crijevnih parazita i mikroorganizama. Eterično ulje timijana posjeduje i značajnu antifungalnu aktivnost. Koristi se za dobivanje prirodnog timola. Ovaj spoj se izdvaja hlađenjem ulja. Ulje timijana ima veći antioksidativni potencijal od aktivnosti njegovih glavnih komponenata timola i karvakrola. List timijana sadrži do 3 % eteričnog ulja, saponine, derivati kofeinske kiseline, tanine, flavonoide (luteolin, apigenin, naringenin, eriodiktiol, salvigein, timonin), triterpene, smole, gorke tvari i dr. Glavne komponente eteričnog ulja su: timol (20-25 %), p-

cimen 14-45 %, karvakrol 1-10 %, γ - terpinen 5-10 %, borneol do 8 %, linalol do 8 %. U ulju ima do 50 % ukupnih fenola računato kao timol. Sadrži tanine, derivate kofeinske kiseline, flavonoide (Wichtl, 2002, Kovačević, 2004.).

Rezultati istraživanja vezani za mogućnost dodatka eteričnog ulja timijana kao aditiva stočnoj hrani, pokazuju opravdanost njegove upotrebe, jer pokazuju značajan antimikrobni potencijal (Jugl-Chizzola i sur., 2005.). Eterično ulje timijana ima i značajnu antifungalnu aktivnost prilikom skladištenja prehrambenih proizvoda i sirovina (riža, kukuruz, ječam; Kumar i sur., 2008; Kumar i sur., 2009.).

Origano je aromatična, ljekovita i medonosna kultura vrlo je bogata eteričnim uljima koja cijeloj biljci daju ugodan miris. Prema sadržaju eteričnih ulja vrste roda *Origanum* dijelimo na tri skupine:

1. Vrste siromašne eteričnim uljima, sadrže manje od 0.5 % ulja (*Origanum calcaratum*)
2. Vrste sa sadržajem esencijalnih ulja od 0.5-2 % (*Origanum microphyllum*)
3. Vrste bogate esencijalnim uljima, sadrže više od 2 % ulja (*Origanum onites*, *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*)

U sastavu eteričnog ulja *O. vulgare* ssp. *vulgare* prevladavaju: karvakrol, sabinen, cis-ocimen, ρ -cimen i γ -kardinen (Lawrence i Reynolds, 1984.), te karvakrol, terpinen 4-ol i β -bisabolen (Sezik et al., 1993.). Osim eteričnih ulja ove vrste sadrže i gorke tvari, tanin i dr. Eterično ulje se kod biljaka roda *Origanum* nalazi u cvjetovima i u listovima. Obzirom na prinose ulja, sadržaj ulja u cvjetovima veći je od onog u listovima (De Mastro, 1995.). Na morfološka svojstva, a time i na sadržaj eteričnih ulja značajan utjecaj imaju ekološki čimbenici i klimatske prilike u kojima su biljke rasle. Broj i veličina žlijezda na listovima, kao i pricvjetnih listova i cvjetova znatno se razlikuju u uzorcima bilja ovisno o području prikupljanja. Vrijeme prikupljanja također može značajno utjecati na količinu eteričnog ulja i na količinu njegovih glavnih sastavnica. Količina eteričnog ulja kod biljaka prikupljenih u ljetnom periodu značajno je viša od one kod biljaka prikupljenih u jesenskom periodu. Veliki značaj eteričnom ulju vrstama iz roda *Origanum*, osim fenola, karvakrola, daje i različito, vrlo povoljno djelovanje i drugih sastavnica toga ulja. Prema podacima iz literature (Duke, 1992., Harborne i Bakster, 1993.) napravljen je pregled djelovanja najvažnijih sastavnica eteričnog ulja.

Tablica 1. Djelovanje aktivnih tvari origana (prema Carović i sur., 2004.)

AKTIVNA TVAR	DJELOVANJE
γ - terpinen	insekticidno djelovanje
ρ - cimene	analgetsko, antireumatsko, baktericidno, fungicidno, herbicidno, insekticidno i djelovanje protiv gripe, te suzbijanje glista i crva
Kariofilen	protuupalno, insekticidno, termiticidno i djelovanje protiv grčeva, a koristi se i u parfumeriji
Karvakrol	anestetik, protuupalno, antiseptičko, baktericidno, fungicidno, nematocidno, i djelovanje protiv crva i glista, služi za olakšavanje iskašljavanja i ublažavanje nadutosti, grčeva i vjetrova, te za sprječavanje zubnih naslaga
Borneol	analgetsko, protuupalno, herbicidno i insekticidno djelovanje, služi protiv groznice i ublažavanja grčeva, te štiti jetru

2.3. Nutritivne vrijednosti i ljekovita svojstva timijana i origana

List i herba timijana se upotrebljava kod kašlja i bronhitisa. Timijan je bronhijalni antispazmodik, ekspektorant, antibakterik, antifungicid, antiviralik, antiprotozoal, antioksidant, spazmolitik. Sastojci lista i herbe timijana (eterično ulje i flavonoidi) djeluju kao spazmolitici, opuštaju spazam glatke muskulature bronhija, a djeluju i kao ekspektoransi. List i herba kao i njihovi preparati, koriste se kod produktivnog kašlja, olakšavaju iskašljavanje sluzi i smanjuju napor pri kašljanju. Djeluju kao stomahik, antiseptik, antihelminetik. Znači, interno se timijan upotrebljava kao ekspektorant i bronhospazmolitik, a spolja kao antibakterijsko i dezodorirajuće sredstvo za grgljanje kod upale usta i grla. Kod ekstremne uporabe služi i za izradu sredstva za utrljavanje, za kupke i dr. Pošto sadrži tanine dobro je sredstvo protiv dijareje i bolesti sluznice i kože. Koristi se dosta u mediteranskoj kuhinji kao začim, dodaje se povrću, raznim jelima od mesa, pašteti, ribama, salatama, juhama itd. pretpostavlja se da neutralizira jako masna jela. Omiljeni je začim za marinade i izradu biljnog octa. Ima izuzetan karakteristični miris i okus, pa pospješuje probavu. S obzirom da eterično ulje ima signifikantnu antimikrobnu tj. antibakterijsku i antifugalnu aktivnost, koristi se kao prirodni konzervans u različitim namirnicama. Koristi se i u industriji lijekova. U posljednje vrijeme sigurnost sintetskih antioksidanata kao aditiva u hrani je dobila veću pažnju. Istraživanja na polju prirodnih

antioksidanata je intenzivna, u cilju da se sintetski antioksidativni spojevi zamijene manje štetnim, prirodnim biljnim sastojcima. Analiziranjem etanolnih ekstrakata timijana, kadulje i mažurana na sadržaj ukupnih fenola, a samim tim i antioksidativnog kapaciteta, bio je najveći kod timijana (Roby i sur., 2013.).

Ekstrakt timijana u odnosu na izolate origana i bosiljka, pokazao se najboljim u ispitivanjima koja su provedena u cilju pronalaženja prirodnih stabilizatora biljnih ulja, konkretno, sojinog ulja (Del Re i sur., 2011.).

Tablica 2. Nutritivna vrijednost suhog lišća timijana u 100g

Komponenta	Koncentracija
Kalorije	276
Voda %	7.8
Masti g	7.4
Suhi materijal g	92.2
Proteini g	9.1
Ugljikohidrati g	63.9
Lipidi g	7.4
Celuloza g	18.6
Pepeo g	11.7
Kalcij mg	1890
Fosfor mg	201
Željezo mg	123.6
Magnezij mg	220
Natrij mg	55
Kalij mg	814
Cink mg	6.2
Vitamin A mg	3800
Tiamin mg	0.5
Riboflavin mg	0.4
Niacin mg	4.9
Vitamin B6 mg	0
Vitamin C mg	0

Izvor: <https://agroekonomija.wordpress.com/2011/03/31/hemijski-sastav-suvog-lisca-timijana-thymus-vulgaris-l>

Za kulinarske potrebe kod origana koriste se osušeni listovi biljke. Ta se začinska herba dobiva košnjom usjeva prije početka cvatnje i sušenjem na toplom i sjenovitom mjestu. Vrste običnog origana bogate fenolom karvakrolom koriste se u medicinske svrhe, jer on ima antireumatsko, antiseptično, antitoksično, antiviralno, baktericidno i fungicidno djelovanje. Zbog svojih antivirusnih i baktericidnih svojstava koristi se i u proizvodnji stočne hrane, a poznat je i kao medonosna vrsta.

Tablica 3. Nutritivne vrijednosti suhog origana u 100g

Komponenta	Koncentracija
Kalorije	306
Voda %	7.2
Masti g	10.2
Suhi materijal %	92-92,8
Proteini %	11-11,7
Ugljikohidrati %	53,9-64,4
Lipidi %	6,4-10,2
Celuloza %	11-15,0
Pepeo %	7,2-9,0
Kalcij mg	1576-1700
Fosfor mg	200
Željezo mg	44-50,0
Magnezij mg	270
Natrij mg	15-20,0
Kalij mg	1669-1700
Bakar mg	0,493
Cink mg	4,4
Mangan mg	4667
Selen mg	5,9
Vitamin A mg	6903
Vitamin E mg	1690
Tiamin mg	0,34
Piridoksin mg	1210
Niacin mg	6,2
Vitamin C mg	50,0
Vitamin B6 mg	0
Riboflavin mg	0

Izvor: <https://agroekonomija.wordpress.com/?s=origano>

2.4. Agroekološki čimbenici u proizvodnji timijana i origana

2.2.1. *Abiotski čimbenici*

Timijan i origano dobro podnose sušu jer su termofilne i fotofilne biljke. Niske zimske temperature bez snježnog pokrivača na rastresitim tlima mogu nanijeti veće štete usjevu. Na hladnim, vlažnim tlima timijan trune, na siromašnim ne daje prinos, a najbolje uspijeva na černozeru dobre strukture, uz dobru opskrbljenost hranjivim elementima. Optimalna temperatura klijanja je od 20 do 22 °C. Mlade biljke podnose temperaturu do -2 °C, ali prestaju s rastom već pri 10 °C. Ukoliko prije zamatanja cvjetova zahladi, prinos vegetativne mase i sadržaj eteričnog ulja uvelike se smanjuje. Kritični period za opskrbu vodom je u stadiju klijanja, oblikovanja izboja i pupanja, pa je za postizanje visokih prinosa potrebno navodnjavanje. Za uzgoj su pogodna rastresita tla s dobrim vodozračnim režimom. Biljke su dugog dana, a fotoperiod značajno utječe na rast biljaka i zamatanje cvjetova te prinos eteričnog ulja. Svjetlost, bez obzira je li podrijetlom od Sunca ili nekog umjetnog izvora (npr. fito lampe u staklenicima), djeluje na biljke svojim intenzitetom i spektralnim sastavom, tj. rasponom valnih duljina. Sastoji se od energentskih čestica koje je Einstein nazvao fotoni, koji se kreću u obliku vala različite valne duljine, ovisno o energiji koju sadrže. Fotoni s većom energijom imaju manju valnu duljinu i obrnuto. Djelovanje pojedinih dijelova spektra na biljke pa i druge organizme je različito. Za fotosintezu u biljkama, kao jedinstveni biokemijski proces akumulacije svjetlosne energije, djelotvoran je raspon 400-700 nm, što znači da fotoni koji imaju nižu ili višu frekvenciju (veće ili manje valne duljine), ne mogu biti iskorišteni u fotosintezi (Teklić, 2012.).

Svjetlost je vrlo važan abiotski faktor, neophodan za rast i razvoj biljaka. Zahvaljujući svjetlosti u biljkama se odvija proces fotosinteze. Odgovor biljke na svjetlost su prvenstveno klijanje, etiolacija, fototropizam i fotoperiodizam. Fotosinteza je kvantitativna reakcija koja se događa u klorofilu biljaka i ovisna je o količini svjetlosti. Nasuprot tome, svjetlosni odgovor biljaka je kvalitativna reakcija te ovisi od valnoj duljini u kojoj stimulacija fotoreceptora u i na citoplazmi djeluje kao okidač mnogih transdukcijskih signala iza kojih slijedi ekspresija karakteristika kao što su klijanje, širenje lista, elongacija internodija i cvjetanje. Na temelju razumijevanja fotosinteze i svjetlosnih odgovora biljaka, kontrola rasta biljaka postala je jedna od glavnih problema poljoprivrede (Ieperen, 2012.). Općenito, postoje dva načina osvjetljavanja biljaka: SL-tip (sunčevo svjetlo) i FAL-tip (potpuno

umjetno svjetlo). FAL- tip može precizno kontrolirati uvjete rasta biljaka zbog čega se može organizirati stabilna proizvodnja neovisno o sezoni i klimatskim prilikama. U zadnje se vrijeme u FAL-tipu koriste svjetleće diode (LED) kao izvor svjetlosti jer troše manje električne energije, a veće su izdržljivosti tj. trajnosti. Postoje različite valne duljine: crvena i plava svjetlost čime je postignuta maksimalna apsorpcija klorofila, a LED lampe mogu ih lako proizvesti. Crvene i plave LED diode mogu se učinkovito koristiti za fotosintezu i svjetlosne odgovore biljaka.

Umjetna rasvjeta se dijeli na dvije kategorije: izvor iz kojeg dobivamo svjetlo (HPS, LED, MH CFL i T5) te boja samog svjetla (spektar- rast, cvatnja, plod).

LED diode predstavljaju tehnologiju koja konstantno napreduje. LED dioda sastoji se od reflektirajućeg sloja na kojem se nalazi p-n spoj koji svijetli kada njime protječe struja. Reflektirajući sloj zajedno s p-n spojem smješten je u stakleno kućište iz kojeg izlaze anoda i katoda. Još nije standardizirana u vezi količine svjetla, sigurne udaljenosti od biljaka i slično. LED diode mogu biti različitih boja: crvene, plave ili kombinirane. Proizvode se kao single diode ili COB (<http://zelenastanica.com/growtips/rasvjeta>). Pogodne su za primjenu u istraživačkim radovima, a mogu se također koristiti za proizvodnju rasvjete u kontroliranim okruženjima kao i dopunsku rasvjetu u staklenicima.

LED rasvjeta još nije standardizirana iz nekoliko razloga:

- diode ili COB-ovi imaju drugačiju snagu, što otežava pronalaženje sigurne udaljenosti
- kut pod kojim djeluju je 90 stupnjeva, ne pokrivaju koliko HPS ili MH žarulje
- prinos – kod HPS i MH znamo očekivani prinos pri određenoj snazi, kod LED rasvjete prinos varira.

LED ima i svojih velikih prednosti:

- ne proizvode toplinu
- svjetlosna penetracija je sve bolja i bolja, kako tehnologija napreduje – dioda 5 W prodi dublje nego ona od 3 W
- štedljivije su u odnosu na HPS i MH iako još uvijek ne daju iste rezultate u prinosima
- u jednoj lampi imamo svu potrebnu širinu spektra, prilagođenu potrebama biljaka
- trajnost im je 50 000 i više sati (<http://zelenastanica.com/growtips/rasvjeta>) .

Na tržištu postoji mnoštvo različitih LED dioda, ovisno o njihovim karakteristikama: boja svjetla, valna duljina svjetla, intenzitet svjetla, kut svjetla, materijal od kojeg su građene i druge. LED rasvjeta ima brojne prednosti pred svjetiljkama koje se uobičajeno koriste u hortikulturi. Jedna od prednosti je mogućnost kontrole spektra koji izlazi iz diode. Ovom rasvjetom moguće je usmjeriti svjetlost u spektru koji će pogoditi fotoreceptore biljke i osigurati maksimalnu proizvodnju bez gubitka energije u neproizvodnim valnim duljinama (Dougher i Bugbee, 2001.). Mogućnost kontrole dinamike emitiranja željenog spektra utječe na morfologiju biljke (Heo i sur., 2002.). Spektar se može namjestiti za točno određene biljke i mogu se izraditi proizvodni protokoli. Neki moduli rasvjete mogu se koristiti za bolju vizualizaciju bolesti ili ozljeda na biljkama (Schuerger i Richards, 2006.). Dobro je što se rasvjeta može pojačavati i smanjivati, može se simulirati izlazak sunca i zalazak sunca (Fujiwara i Sawada, 2006.). Led svjetiljke ne sadrže živu i nema staklenu ovojnicu niti emitira toplinu koja bi mogla izazvati oštećenja. Ne proizvodi ni štetna ultraljubičasta zračenja kao HID svjetiljke kada se ošteti ovojnica (Morrow, 2008.).

FLUO (fluorescentna) svjetla su najpopularniji izbor za rasvjetu u staklenicima i često se koriste za proklijale presadnice. Ona ne zagrijavaju i ni na bilo koji način ne utječu na temperaturu i vlažnost u stakleniku, tako da su sigurne za bilo koje biljke. Fluorescentne žarulje su idealne za rasvjetu zimi i noću. Najviše odgovaraju vlasnicima malih staklenika, zbog kompaktnosti i stoga što nije potrebna bilo kakva dodatna oprema.

Prednosti fluorescentne rasvjete su dug vijek svjetiljki, niska cijena i dobar raspon zračenja. Nedostaci su mala količina svjetla koju emitira, svjetiljke su velike i ovisne o naponu (<http://builddailys.com/en/pages/1642764>).

Shimokawa i suradnici (2014.) su ispitali utjecaj plavog i crvenog svjetla na listove salate. Rezultat je bio da istodobno crveno i plavo ozračivanje potiče rast biljaka učinkovitije od monokromatskih i fluorescentnih zračenja. Osim toga ubrzalo je i rast biljaka čak i kada je ukupni intenzitet svjetlosti po danu bio isti kao kod istodobnog ozračivanja. Svježa težina mijenjanja zračenja gotovo je dvostruko veća od fluorescentne svjetlosti i oko 1.6 puta veća od istodobnog ozračivanja. Učinak promicanja rasta izmjeničnog ozračivanja crvenog i plavog svjetla zabilježen je u različitim kultivarima.

Rodriguez (2012.) je istražio učinak LED svjetiljki s različitim valnim duljinama i UV-B dopunskoga zračenja na rast i fitokemijski sadržaj kod različitih sorata salata. Eksperiment

je proveden u komori za rast s UV-B zračenjem, sa i bez tamne crvene svjetlosti na kraju dana, kako bi se procijenio utjecaj na fitokemijski sadržaj. Rezultati u tim istraživanjima pokazuju da je moguće postići 2-3 puta veći sadržaj fitoaktivnih komponenata (ovisno o sorti) izlaganjem salate na veći udio plavog svjetla ili UV-B u usporedbi s standardnim HPS tretmanom. Povećanim intenzitetom svjetlosti, zelene sorte povećale su sadržaj fitoaktivnih komponenata.

Xiaoying i suradnici (2012.) istraživali su rast rajčice pod utjecajem sedam vrsta svjetlosnih valnih duljina. Koristili su bijelo svjetlo, te kombinaciju crvene, plave i narančaste kao i crvene, plave i zelene LED diode tijekom 30 dana. Morfološke promjene su bile očite. Biljke smještene pod LED lampama s kombinacijom crvenih i plavih dioda te crvenih, plavih i zelenih su bile kraće i bolje razvijene od onih biljaka pod bijelim svjetlom, dok su biljke pod narančastim, zelenim i crvenim diodama bile su više tj. izdužene.

Vinković i suradnici (2017.) ispitali su učinak LED i FLUO osvjetljenja na klijavost i energiju klijanja sjemena te masu i visinu klijanaca matovilca i kres salate. Utvrđen je statistički značajan utjecaj tipa osvjetljenja na energiju klijanja i klijavost sjemena matovilca, a veće vrijednosti utvrđene su uslijed primjene LED lampi. Suprotno, pod FLUO lampama je utvrđena značajno veća masa i visina klijanaca matovilca te visina klijanaca kres salate. Međutim, tip osvjetljenja nije značajno utjecao na klijavost i energiju klijanja te masu klijanaca kres salate.

Muneer i suradnici (2014.) ispitali su utjecaj LED osvjetljenja na duljinu lišća salate. Listovi su bili izloženi crvenim i plavim diodama. Biomasa je bila veća pod plavim LED svjetlom s većim intenzitetom svjetla, a smanjena kada su bili osvjetljeni crvenim i plavim LED diodama manjeg intenziteta.

Vinković i suradnici (2016.) ispitali su utjecaj plavog i crvenog LED svjetla na visinu stabljike rajčice. Biljke tretirane LED svjetlom imale su znatno kraće stabljike, što ukazuje na uravnotežen rast i razvoj.

2.2.2. Plodored i priprema tla

Budući da je timijan višegodišnja biljka ne ulazi u redovni plodored. Tek poslije 3-4 godine može se uzgajati na istom mjestu. Ne zagušuje korove i ne smije biti zaraženo višegodišnjim korovskim vrstama. Za sadnju je potrebno duboko zimsko oranje. Sa što manje operacija obrađuje se tlo u rano proljeće kako bi se očuvala vlaga nakupljena zimi. Tlo mora biti ravno,

sitnomrvičasto, vlažno i rahlo do dubine 12 cm (<https://www.agroklub.com/sortna-lista/ljekovito-bilje/timijan-228/>).

2.2.3. Ishrana biljke i njega usjeva

Za dobar prinos droge i eteričnog ulja treba pažljivo izbalansirati gnojdbu. Tako se u jesen prije dubokog oranja u tlo po hektaru unosi 40 kg N i 60-80 P₂O₅ i K₂O. U proljeće se prije sadnje dodaje druga trećina od 40 kg N i isto toliko poslije prve košnje. Idućih godina usjevi se gnoje u jesen ili rano proljeće sa po 30-50 kg svih triju osnovnih elemenata po hektaru. Timijan nema bujnu stabljiku koja bi zagušila korov, stoga je borba protiv korova osnovna njega. Ukoliko se pojave prerezistentni korovi obavlja se i međuredna kultivacija, a obavezna je radi prozračivanja tla. Najbolje ju je obaviti u jesen poslije gnojidbe (<https://www.agroklub.com/sortna-lista/ljekovito-bilje/timijan-228/>).

2.2.4. Razmnožavanje timijana

Timijan se može razmnožavati vegetativno (dijeljenjem starih bokora) i generativno (sjemenom). Vegetativno razmnožavanje se rijetko primjenjuje, jer nije ekonomično. Sjeme se sije izravno u tlo ili u klijališta. Proizvodnja rasada je najraširenija u hladnim ljevhama. Sjetva se obavlja sijačicama za sitnozrne kulture na razmaku 25-30 cm, sa 0.8-1g sjemena po m². sjeme se ne smije sijati na dubinu veću od 0.5 cm. Dok ne izađe potrebno je održavati konstantnu vlagu tla, a kasnije ovisno o vremenskim prilikama i stanju rasada potrebno je zalijevati. Usjev treba oplijeviti do zime. U listopadu je rasad spreman za sadnju, a može prezimiti u klijalištu i biti presađen u proljeće. Razmak među redovima prilikom sadnje je 50-70 cm, a u redu 15-25 cm. Sadnice su nježne, visoke 7-10 cm i sade se po dvije-tri zajedno (<https://www.agroklub.com/sortna-lista/ljekovito-bilje/timijan-228/>).

2.2.5. Proizvodnja sjemena timijana

U urednom nasadu u kojem nema višegodišnjih vrsta proizvodi se sjeme. Biljke se ne kose već ostave da sjeme sazre. Žetvu je najbolje obaviti u dva dijela dana zbog produženog razdoblja cvjetanja i sazrijevanja. Kada na donjoj trećini cvata sjeme postane smeđe, herba timijana se pokosi i ostavi raširena na ceradi da sjeme sazre. Herba se osuši nakon dva do tri

tjedna i spremna je za vršenje kombajnom. Sjeme koje se dobije doradi se do zadovoljavajuće čistoće i uskladišti na suhom mjestu. Po hektaru se može dobiti 100-150 kg sjemena (<https://www.agroklub.com/sortna-lista/ljekovito-bilje/timijan-228/>).

2.2.6. Košnja herbe timijana

Nadzemni dijelovi biljke se pokose i ubire se timijan. Jedna košnja je u prvoj godini, a u drugoj dvije, u fazi cvjetanja kada biljke sadrže najviše aktivnih tvari. Košnja može biti ručna ili strojna, a visina reza je 7-10 cm iznad tla da bi se smanjila količina drvenastih dijelova u sirovini. Prve godine prinos nije veći od 6 t/ha, a u slijedećim godinama proizvodnje može se dobiti 8-10 t/ha svježe herbe (<https://www.agroklub.com/sortna-lista/ljekovito-bilje/timijan-228/>).

2.2.7. Plodored origana

Dobro se uklapa u plodored, vijek korištenja traje 3-4 godine. Poželjno je da predkultura rano napusti površinu, kako bi obrada tla bila pravovremena, i da je nakon nje tlo čisto, bez korova. Najbolji predusjevi su okopavine i jednogodišnje mahunarke.

2.2.8. Gnojidba origana

Za postizanje visokih prinosa obični origano zahtijeva oveće količine hranjiva, ali u različitim stadijima rasta i razvitka treba različite elemente. Odgovara mu izravna gnojidba stajnjakom koju je najbolje provesti oko 30 t/ha pred jesensko oranje. Gnojidba mineralnim gnojivima provodi se u jesen pri osnovnoj obradi s 40-60 kg/ha N, 60-80 kg/ha P₂O₅ i 120-140 kg/ha K₂O. U proljeće pred sjetvu daje se 40-60 kg/ha N i 20 kg/ha P₂O₅. tijekom vegetacije prihranjuje se dva puta i to: prvi put s 30-40 kg/ha N tijekom drugog okopavanja i drugi put odmah nakon košnje.

2.2.9. Sjetva origana

Uspješan uzgoj običnog origana moguć je i izravnom sjetvom, koja zbog svoje ekonomičnosti danas prevladava, i sadnjom presadnica, koja je zbog vrlo sitnog sjemena

sigurnija. Uzgoj prijesadnica moguć je u toplim i hladnim ljevama ili u kontejnerima od stiropora ili plastike. U hladne se lijehe sije u ožujku, pri izravnoj sjetvi valja paziti da sjeme ne dospije na dubinu veću od 0.2-0.3 cm. Nakon sjetve površina se dobro navlaži i prekrije folijom. Dobro njegovane presadnice, visine 8-10 cm, mogu se saditi krajem travnja. U klijalištima se sjetva u kontejnere obavlja krajem ožujka i biljke niču za tjedan dana. Sadnja presadnica obavlja se strojevima za sadnju ili ručno na međuredni razmak 50 cm i razmak u redu 20-25 cm. Izravna sjetva obavlja se početkom ožujka. Sjetvena površina mora biti dobro pripremljena jer sjeme posijano na dubinu veću od 0.5 cm neće niknuti. Najbolji način sjetve je s otvorenim redovima. Na otvorenome sjeme niče za tri tjedna (Carović, i sur., 2004.).

2.2.10. *Njega usjeva*

Obzirom da biljke u početku rastu sporo najvažnija mjera je prozračivanje tla, u tu se svrhu koristi okopavanje. Prvo okopavanje provodi se čim se rasad primi, a drugo 3-4 tjedna nakon prvog, u vrijeme pojave korova. Uz okopavanje, mjere njege su plijevljenje, prihrana i navodnjavanje (Carović, i sur., 2004.).

2.2.11. *Navodnjavanje*

Obični origano najčešće se uzgaja u sušnim klimatskim područjima. Usjevu su obično dovoljne akumulirane zimske oborine, no kako bi povećali prirodu i dobili otkos u jesen, u vrijeme ljetnih suša, ubrzo nakon košnje, potrebno je usjev navodnjavati. Preporučljivo je i navodnjavanje u proljeće ako je bio duži zimski period bez oborina (Carović, i sur., 2004.).

2.2.12. *Kontrola korova*

U višegodišnjim usjevima kakav je i usjev običnog origana suzbijanje korova je značajna mjera u proizvodnji, jer usjev treba čistim od korova održavati tijekom cijele godine. Korovi mogu biti veliki problem prilikom uzgoja običnog origana, posebice u prvoj godini uzgoja. Međuredna kultivacija, okopavanje i plijevljenje usjeva najvažnije su mjere suzbijanja korova. Zbog problema rezidua upotreba herbicida nije preporučljiva (Carović, i sur., 2004.).

2.2.13. *Žetva origana*

Obični origano se tijekom vegetacije kosi dva puta, ali uz dobru agrotehniku i navodnjavanje može se dobiti i treći otkos. Za dobivanje začinske herbe usjev se kosi prije formiranja cvjetnih pupova, a za dobivanje eteričnog ulja usjev se kosi u stadiju pune cvatnje. Prvi otkos

se dobiva krajem lipnja, početkom srpnja, a drugi krajem rujna, početkom listopada. Visina reza kod prve košnje mora biti 4-6 cm kako bi se stimulirala tvorba većeg broja bočnih izdanaka, pa su u drugom porastu biljke bujnije. Kod druge košnje visina reza mora biti nešto veća kako bi se izbjeglo oštećenje biljke od mraza. Na malim površinama kosi se ručno, a na velikim obavlja se kosilicama za travu. Pokošene biljke odmah se moraju transportirati na sušenje kako se ne bi izgubila kakvoća herbe. Male količine zelene mase suše se u tankim slojevima na sjenovitim i prozračnim mjestima, a velike količine mase suše se u sušnicama (Carović, i sur., 2004.).

2.2.14. *Proizvodnja sjemena*

Kod proizvodnje sjemena usjev običnog origana kosi se u kolovozu ili rujnu, kad je donja površina sjemena žutosmeđa. Pokošene biljke razastru se u tankom sloju na prozračno mjesto, a za otprilike tri tjedna, kad se osuše, ovrše se vršalicom. Kontrola sjemenskog usjeva provodi se najmanje dva puta tijekom vegetacije. Prva kontrola vrši se u stadiju cvatnje kada se utvrđuje genetska čistoća kultivara, uklone atipične biljke, različite primjese, križanci i sl. Druga kontrola obavlja se pred žetvu kad se uklanjaju izdiferencirane biljke, utvrđuje vrijeme žetve i procjenjuje prirod sjemena. Uz ove dvije kontrole obavljaju se i zdravstveni pregledi usjeva gdje se utvrđuju napadi bolesti i štetnika i uklanjaju zaražene biljke (Carović, i sur., 2004.).

2.5.CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja je bio utvrditi rast i razvoj klijanaca timijana i origana pod utjecajem različite vrste umjetnog osvjetljenja.

3. MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanje je provedeno tijekom 2018. godine u Laboratoriju za povrćarstvo, cvjećarstvo, ljekovito i začinsko bilje Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek. U istraživanju je korišteno netretirano sjeme timijana (VMS) i sjeme origana (Sementi dotto). Odabrano sjeme ispunjavalo je sve EU standarde. Imalo je važeći rok trajanja i kupljeno je u specijaliziranoj poljoprivrednoj trgovini.

Za provedbu pokusa bilo je potrebno pripremiti dva polistirenska kontejnera. Sjeme je posijano u polistirenske kontejnere sa 120 sjetvenih mjesta. Svaki polistirenski kontejner je podijeljen na dva djela što podrazumijeva 60 sjetvenih mjesta posijanih sa sjemenom timijana i 60 sjetvenih mjesta posijanih sa sjemenom origana. Prethodno, kontejneri su napunjeni sa supstratom Potground P (Klasmann). Nakon sjetve provedeno je dodatno zalijevanje te su kontejneri postavljeni na stalno mjesto u walk-in komori. Jedan kontejner je postavljen ispod FLUO osvjetljenja, a drugi je postavljen ispod LED osvjetljenja. LED lampe bile su opremljene plavim (440-460 nm) i crvenim diodama (650-670 nm) u omjeru 2:1.



Slika 4. Sjeme timijana i origana (original foto)

Tijekom ispitivanja temperatura u klima komori je bila postavljena na 23 °C, a osvjetljenje je bilo podešeno na dnevno-noćni režim rada u omjeru 16:8 sati. Relativna vlaga zraka iznosila je u prosjeku oko 40 %.

Pokus je postavljen 06. listopada, 2018. godine, a završen 06. studenog 2018. godine. Biljke su kontrolirane i zalijevane svakodnevno tijekom navedenog perioda.



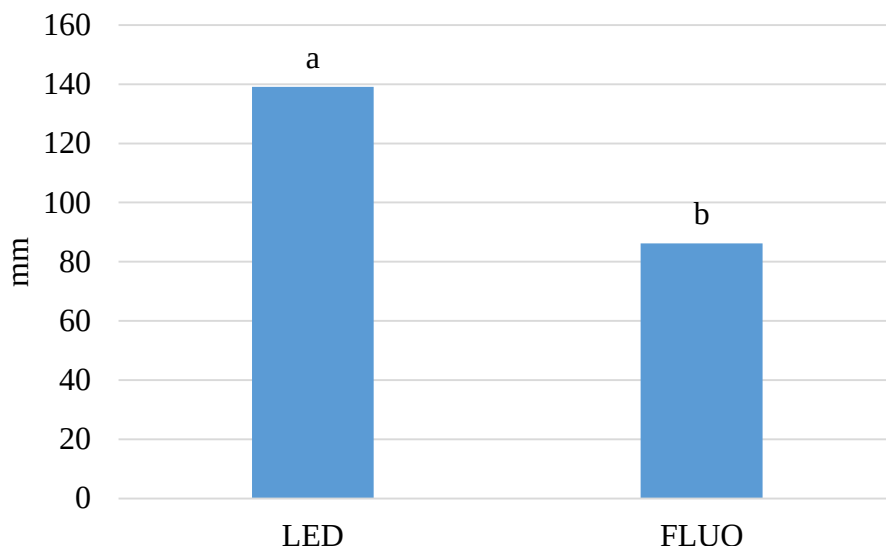
Slika 5. Presadnice timijana i origana pod FLUO i LED lampama (original foto)

Uzorkovanje svih biljaka je obavljeno na zadnji dan istraživanja te su izmjereni sljedeći parametri: visina presadnica, broj listova i postranih izboja te suha i svježa masa nadzemnog dijela presadnica. Mjerenja su obavljena preciznim metrom ili laboratorijskom vagom KERN & SOHN.

Nakon prikupljanja svih podataka, rezultati su statistički obrađeni programskim paketom SAS 9.1 (New York, Carry Inc.). Razlike između tretmana su uspoređene pomoću Fisherovog LSD testa na razini signifikantnosti od 0,05.

4. REZULTATI I RASPRAVA

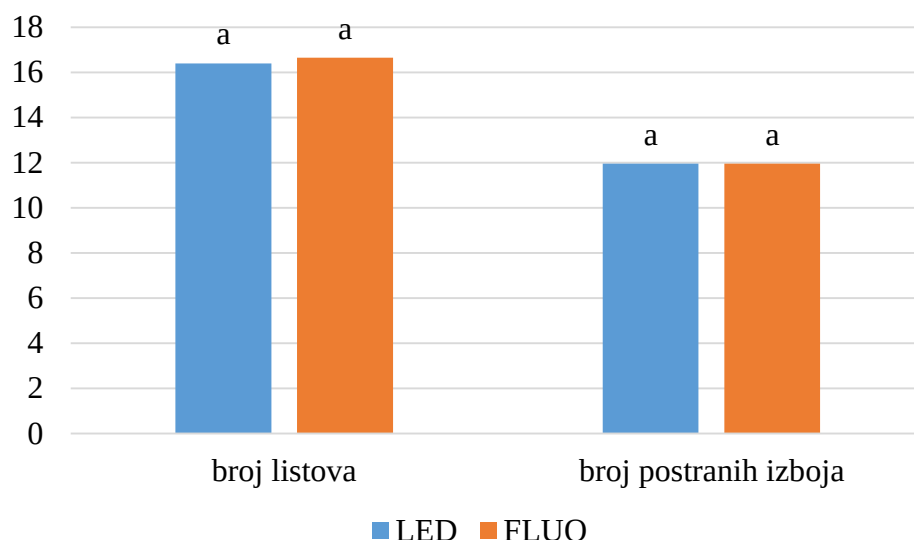
Tijekom klijanja i rasta praćeni su morfološki pokazatelji: visina presadnica, broj listova i postranih izboja, masa nadzemnog dijela presadnica. Klijanci timijana bili su statistički značajno ($P < 0,05$) viši pod LED rasvjetom u odnosu na FLUO osvjetljenje (Grafikon 1).



Grafikon 1. Utjecaj različitog tipa umjetnog osvjetljenja na visinu presadnica timijana.

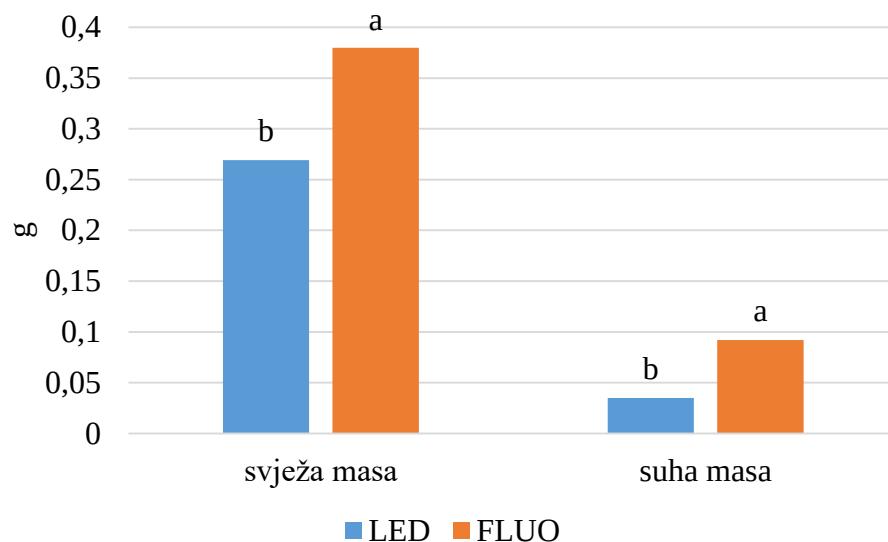
Vrijednosti obilježene s različitim slovima ^{a,b} se značajno razlikuju prema LSD testu ($p=0,05$).

Rasvjeta nije utjecala na broj listova i postranih izboja kod presadnica timijana, one su bile podjednake pod LED i FLUO lampama (Grafikon 2.). Suprotno je dobio Meislik (1998.) s uzorkom sjemenja različitog povrća i ljekovitog bilja koje je uzgajao pod LED i FLUO lampama. U njegovom istraživanju biljke pod FLUO lampama bile su jače, izraženijih boja i imale su više lišća. Yanagi i sur. (1996.) istraživali su utjecaj crvenog i plavog monokromatskog osvjetljenja uz pomoć crvenih i plavih dioda (LED) na rast i morfogenezu salate. Salatu su uzgajali hidroponski 20 dana pod 3 različite svjetlosti (crvena, plava i crvena/plava) i 2 različite PPF razine (85 i $170 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) te sa 16 sati dana i 8 sati noći s temperaturama 20 do 22°C . Bez obzira na PPF razine, biljke pod crvenim svjetlom razvile su više listića od biljaka pod plavim svjetlom, ali manje od biljaka pod crveno/plavim svjetlom. Stopa zakrivljenosti lista bila je manja pod plavim svjetlom nego pod crvenim. Kut inklinacije sedmog lista bio je veći pri plavoj i crveno/plavoj svjetlosti te pri višoj PPF razini. Suha masa cijele biljke bila je veća pri većoj PPF razini ($170 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$).

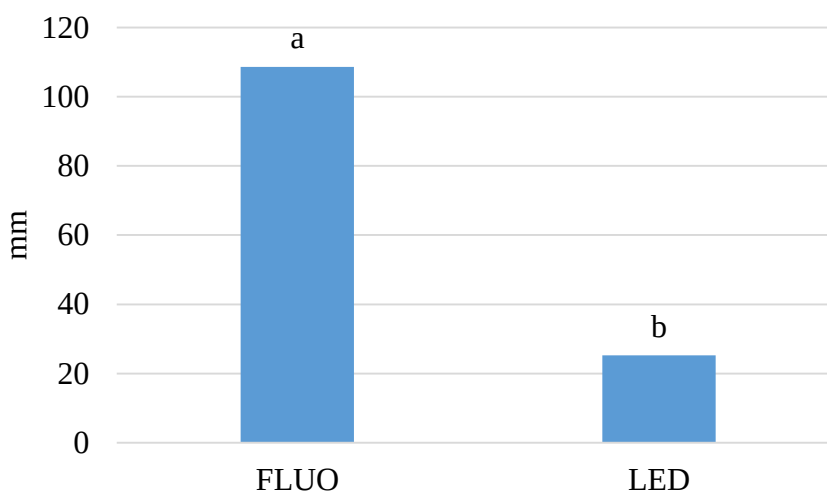


Grafikon 2. Utjecaj različitog tipa umjetnog osvjetljenja na broj listova i postranih izboja kod presadnica timijana. Vrijednosti obilježene s različitim slovima ^{a,b} se značajno razlikuju prema LSD testu ($p=0,05$).

Različiti tip umjetnog osvjetljenja utjecao je na svježiu i suhu masu nadzemne stabljike. Tako je utvrđena značajno ($P<0,05$) veća svježa i suha masa nadzemnog dijela presadnice timijana kod FLUO lampi (Grafikon 3). Međutim, Stutte i sur. (2009.) utvrdili su značajno povećanje ukupne biomase i elongacije lista crvenolisne salate pod utjecajem LED dioda daleko crvenog spektra svjetlosti. Istovremeno, došlo je do smanjene koncentracije antocijanina i ukupne antioksidativne aktivnosti. Kod primjene LED dioda crvenog i plavog spektra svjetlosti i HPS lampi utvrđeno je da crvene LED lampe značajno utječu na kašnjenje cvatnje kod indijske gorušice i bosiljka u usporedbi s plavim LED i HPS lampama (Tarakanov i sur., 2012.).



Grafikon 3. Utjecaj različitog tipa umjetnog osvjetljenja na svježu i suhu masu nadzemnog dijela presadnica timijana. Vrijednosti obilježene s različitim slovima ^{a,b} se značajno razlikuju prema LSD testu ($p=0,05$).



Grafikon 4. Utjecaj različitog tipa umjetnog osvjetljenja na visinu presadnica origana. Vrijednosti obilježene s različitim slovima ^{a,b} se značajno razlikuju prema LSD testu ($p=0,05$).

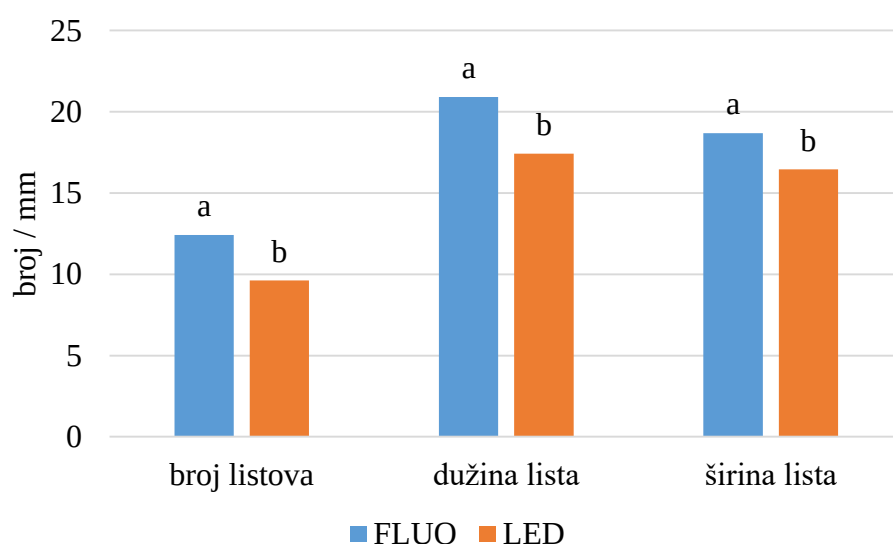
Također, izmjerena je visina presadnica origana. Presadnice su bile statistički značajno ($P=0,05$) više kod FLUO lampi (Grafikon 4). To je u suglasju s istraživanjem Dorais (2003.) koja je proučavala utjecaj dodatnog osvjetljenja na duljinu stabljike. Rezultati istraživanja su pokazali da je biljka pod dodatnim osvjetljenjem bila kraća i to za 29 cm što samo

potvrđuje činjenicu da biljke pri slabijem osvjetljenju produžuju internodije to jest izdužuju se što se vjerojatno dogodilo u našem istraživanju gdje su zabilježene više presadnice kod FLUO lampi, ali u ovom slučaju najvjerojatnije zbog nepovoljnog spektralnog sastava budući da je intenzitet svjetlosti bio gotovo isti kod oba tipa osvjetljenja. Vinković i sur. (2017.) utvrdili su značajno veću masu i visinu klijanaca matovilca i visinu klijanaca kres salate kod FLUO lampi.

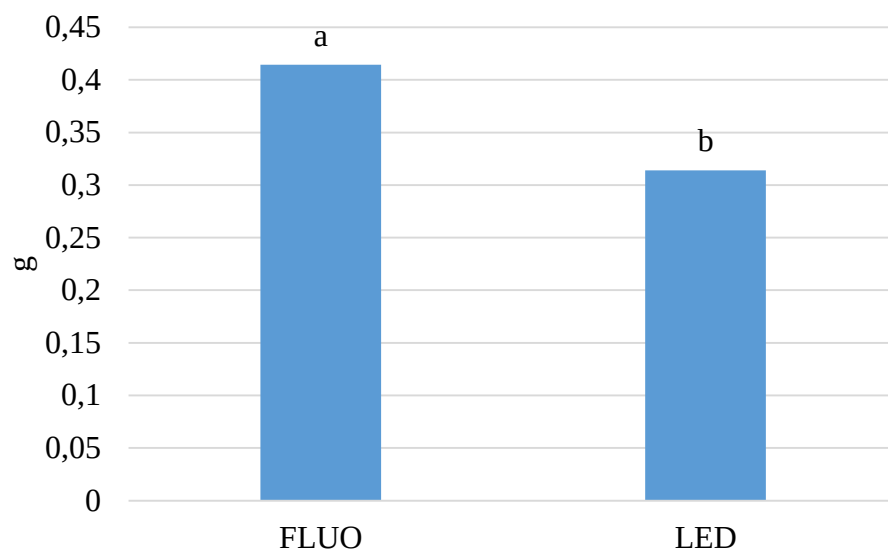
Također, presadnice origana imale su značajno ($P=0,05$) veći broj listova, duže i šire listove pri osvjetljenju s FLUO lampama (Grafikon 5). Svježa masa nadzemnog dijela presadnice origana bila je značajno ($P=0,05$) veća u slučaju primjene FLUO lampi (Grafikon 6). Muneer i sur. (2014.) ispitali su utjecaj LED osvjetljenja na duljinu lišća salate i utvrdili su veću biomasu pod plavim LED svjetlom s većim intenzitetom svjetla, a smanjena je bila u slučaju osvjetljenja crvenim i zelenim LED svjetlom pod slabim osvjetljenjem.

Vinković i sur. (2016.) utvrdili su znatno kraće stabljike presadnica rajčice pod LED lampama što ukazuje na uravnotežen rast i razvoj što je primijećeno i u ovom istraživanju kod origana i timijana.

Nadalje, Heo i sur. (2002.) utvrdili su veći broj cvjetnih pupova, kao i otvaranje cvjetova ageratum i kadulje pod LED lampama u kombinaciji plave i crvene svjetlosti. Isto tako, stimulirana je sinteza ugljikohidrata u usporedbi s drugim osvjetljenjem.

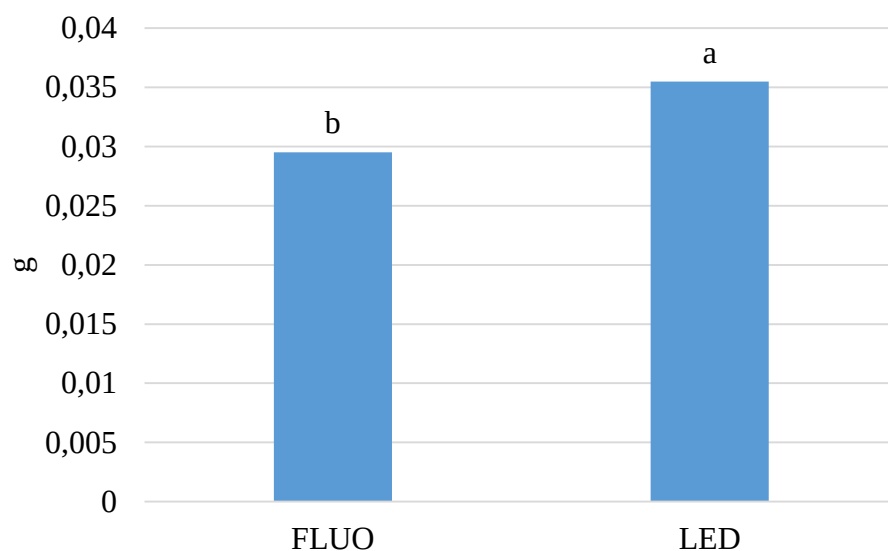


Grafikon 5. Utjecaj različitog tipa umjetnog osvjetljenja na broj, dužinu i širinu listova presadnica origana. Vrijednosti obilježene s različitim slovima ^{a,b} se značajno razlikuju prema LSD testu ($p=0,05$).



Grafikon 6. Utjecaj različitog tipa umjetnog osvjetljenja na svježu masu nadzemnog dijela presadnica origana. Vrijednosti obilježene s različitim slovima ^{a,b} se značajno razlikuju prema LSD testu ($p=0,05$).

Masa nadzemnog dijela presadnice origana bila je značajno ($P=0,05$) veća pri LED rasvjeti u odnosu na FLUO rasvjetu (Grafikon 7).



Grafikon 7. Utjecaj različitog tipa umjetnog osvjetljenja na suhu masu nadzemnog dijela presadnica origana. Vrijednosti obilježene s različitim slovima ^{a,b} se značajno razlikuju prema LSD testu ($p=0,05$).

Astolfi i suradnici (2012.) dokazali su da je odgovor na tip osvjetljenja uvjetovan biljnom vrstom, a ispitali su utjecaj LED i FLUO osvjetljenja na rast i razvoj sadnica bukve, trešnje i hrasta. LED lampe korištene u istraživanju sadržavale su spektar od plavih, zelenih, crvenih i daleko crvenih dioda. Rezultatima su dokazali da biljka reagira na kvalitetu svjetlosti. Bukva je imala veću lisnu površinu, svježiju i suhu masu te visinu izboja pod LED osvjetljenjem u usporedbi s FLUO osvjetljenjem. Slično dosadašnjim istraživanjima na različitim biljnim vrstama, origano i timijan u našem istraživanju različito su reagirali u ovisnosti o vrsti svjetlosti. Općenito, primjena LED lampi je rezultirala uravnoteženim rastom i razvojem obje biljne vrste.

5. ZAKLJUČAK

Ovim istraživanjem prikazan je utjecaj LED i FLUO osvjetljenja na klijavost, masu i visinu presadnica. Nakon provedenog pokusa i obrađenih rezultata doneseni su slijedeći zaključci:

1. Presadnice timijana bile su statistički značajno više pod LED lampama, dok su presadnice origana bile više pod FLUO lampama.
2. Svježa i suha masa nadzemnog dijela presadnice timijana bila je veća pod FLUO lampama, dok je kod origana svježa masa bila veća pod FLUO lampama, a suha masa pod LED lampama
3. Broj postranih izboja timijana bio je podjednak pod LED i FLUO lampama.
4. Presadnice origana su pod FLUO lampama imale veći broj listova te duže i šire listove.
5. Na kraju, pregledom literature i usporedbom s rezultatima ovog istraživanja može se zaključiti da biljne vrste različito reagiraju na vrstu rasvjete.

6. POPIS LITERATURE

1. Astolfi, S., Marianello, C., Grego, S., Bellarosa, R. (2012.): Preliminary Investigation of LED Lighting as Growth Light for Seedlings from Different Tree Species in Growth Chambers. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici* 40(2): 31-38.
2. Borovac M., (2005.): *Začini i začinsko bilje*, Mozaik knjiga, Zagreb
3. Carović K., (2004.): *Obični mravinac (Origanum vulgare L.)*, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za sjemenarstvo, stručni rad. *Sjemenarstvo* 21 (3): 173-186.
4. De Mastro G., (1997.): Crop domestication and variability within accessions of *Origanum* genus, In: Padulosi S, ed. *Oregano*. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano, 8-12 May 1996, Valenzano (Bari), Italy, Rome: IPAGRI, 34-48.
5. Del Re PV. i Jorge N. (2011.): Antioxidant potential of oregano (*Oreganum vulgare* L.), basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme (*Thymus vulgaris* L.): application of oleorensis in vegetable oil. *Ciencia Tecnol Alime* 31 (4): 955-959.
6. Dorais, M. (2003.): The use of supplemental lighting for vegetable crop production: light intensity, crop response, nutrition, crop management and cultural practices. *Proceeding of Canadian Greenhouse Conference* 1-18.
7. Dougher, T. i Bugbee B. (2001.): Differences in the response of wheat, soybean and lettuce to reduced blue radiation. *Photochem Photobiol.* 73 (2): 199-207.
8. Duke, J.A.(1992.): *Handbook of Biologically Active Phytochemicals and their activities*. CRC Press, Boca raton, Ann Arbor, Tokyo.
9. Harborne J. i Baxter H. (1993.): *Phytochemical dictionary, a Handbook of bioactive compounds from Plants*, Taylor & Francis, London, Washington.
10. Heo, J., Lee C., Chakrabarty D. i Paek K., (2002.): Growth responses of marigold and salvia bedding plants as affected by monochromatic or mixture radiation provided by light-emitting diode (LED). *Plant Growth Regulat* 38 (3): 225-230.
11. Ieperen, W. van (2012.): Plant morphological and developmental responses to light quality in a horticultural context. *Acta Horticulturae*. 956: 131-139.
12. Jugl-Chizzola M., Spengler J., Schilcher F., Novak J., Bucher A., Gabler C., Hagmüller W. i Zitterl-Eglseer K. (2005.): Effects of *Thymus vulgaris* L. as feed additive in piglets and against haemolytic *E-coli in vitro*. *Berl Munch Tierarztl* 118 (11—12): 495-501.

13. Kostadinović, Lj. (2013.): Utjecaj lekovitog bilja na zdravlje životinja, Univerzitet u Novom Sadu Naučni institut za prehrambene tehnologije u Novom Sadu.
14. Kovačević, H. (2004.): Osnove farmakognozije. Beograd: Srpska školska knjiga.
15. Kumar A., Shukla R., Singh P., Prasad CS i Dubey NK. (2008.): Assessment of *Thymus vulgaris* L. essential oil as a safe botanical preservative against post harvest fungal infestation of food commodities. *Innov Food Sci Emerg* 9 (1): 575-580.
16. Kumar SA., Chandrabhan S., Shriram P. (2009.): Isolation of *Aspergillus flavus* from stored food commodities and *Thymus vulgaris* (L.) essential oil used as safe plant based preservative. *Pharmacogn Mag* 5 (1): 343-349.
17. Lawrence B. M. i Reynolds R. J.(1984.): Progress in essential oils, Perfumer and Flavorist, 9 (1): 23-31.
18. Meislik, J., (2007.): LED Grow Lights Compared To Fluorescent Lights - Part 1.
19. Mišan Č. A., Arsić A. I., Đorđević M. S., Tadić M.V., Isodorov B. Đ. (2013.): Funkcionalna hrana i lekovito bilje, Naučni institut za prehrambene tehnologije, Novi Sad.
20. Morrow C. R. (2008.): LED Lighting in Horticulture, *Hort Science* 43(7) :1947-1950.
21. Muneer S., Kim E. J., Suk P. J., Hyun L. J. (2014.): Influence of Green, Red and Blue Light Emitting Diodes on Multiprotein Complex Proteins and Photosynthetic Activity under Different Light Intensities in Lettuce Leaves (*Lactuca sativa* L.). *International Journal of Molecular Sciences* 15 (3): 4657-4670.
22. Parađiković, N. (2014.): Ljekovito i začinsko bilje, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
23. Roby M.H. H., Sarhan M. A., Selim K. A. i Khalid K. I. (2013.): Evaluation of antioxidant activity, total phenols and phenolic compounds in thyme (*Thymus vulgaris* L.), sage (*Salvia officinalis* L.) and majoram (*Origanum majorana* L.) extracts. *Ind Crop Prod* 43 (1): 827-831.
24. Rodriguez, C, (2012.): Effekt av lyskvalitet på vekst og innholdsstoffer i salat. Norwegian university of Life Sciences, As
25. Sezik E., Tumen G., Kirimer N., Ozek T. i Baser K. H. C. (1993.): Essential oil composition of four *Origanum vulgare* subspecies of Anatolian origin. *J. Essent. Oil Res.* 5 (1): 425-431.
26. Schugner, A. i Richards J. (2006.): Effects of artificial lighting on the detection of plant stress with spectral reflectance remote sensing in bioregenerative life support systems. *Intl. J. Astrobiology* 5 (1):1 51-169.

27. Shimokawa A., Tonooka Y., Matsumoto M., Ara H., Suzuki H., Yamauchi N. i Shigyo M. (2014.): Effect of alternating red and blue light irradiation generated by light emitting diodes on the growth of leaf lettuce. 55 (3): 129-135.
 28. Stutte, G.W., Edney, S., Skeritt, T. (2009.): Photoregulation of bioprotectant content of red leaves lettuce with light-emitting diodes. HortScience 44 (1): 79-92.
 29. Tarakanov, I., Yakovleva, O., Konovalova, I., Paliutina, G., Anisimov, A. (2012.): Light-emitting diodes: on the way to combinatorial lighting technologies for basic research and crop production. Acta Horticulturae 956 (17): 171-178.
 30. Teklić, T. (2012.): Fiziologija bilja u povrćarstvu i cvjećarstvu, Poljoprivredni fakultet Osijek.
 31. Vinković T., Parađiković N., Tkalec M., Vidaković M. (2016.): Utjecaj LED osvjetljenja na prinos i parametre rajčice. Poljoprivreda 22(1): 3-9.
 32. Vinković T., Tkalec M., Parađiković N., Stošić M., Zmaić K., Kljaić J. (2017.): Utjecaj različitog tipa umjetnog osvjetljenja na klijavost sjemena matovilca i kres salate. Glasnik zaštite bilja, 40 (6): 70-76.
 33. Wichtl M. (2002.): Teedrogen und Phytopharmaca. Stuttgart: Wiesenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH.
 34. Xiaoying L., Shirong G., Taotao C., Zhigang X., Tezuka T. (2012.): Regulation of the growth and photosynthesis of cherry tomato seedlings by different light irradiations of light emitting diodes (LED). African Journal of Biotechnology Vol. 11 (22): 6169-6177.
 35. Yanagi, T., Okamoto, K., Takita, S. (1996.): Effects of blue, red, and blue/red lights of two different ppf levels on growth and morphogenesis of lettuce plants. Acta Horticulturae. 440 (1): 117-22.
- Internetske stranice:
36. <https://e-radionica.com/hr/blog/2015/08/19/led-dioda-light-emiting-diode/> (07.09.2018.)
 37. <https://www.plantea.com.hr/origano/> (06.08.2018.)
 38. <https://www.agroklub.com/sortna-lista/ljekovito-bilje/timijan-228> (12.08.2108.)
 39. <https://agroekonomija.wordpress.com/2011/02/22/origano-origanum-vulgare-l-%E2%80%93-svojstva-proizvodnja-i-promet/> (04. 09. 2018.)
 40. <http://zelenastanica.com/growtips/rasvjeta> (04.09. 2018.)
 41. <http://builddailys.com/hr/pages/1642764> (09. 09. 2018.)

7. SAŽETAK

Timijan (*Thymus vulgaris*) pripada porodici *Lamiaceae*. Ime roda potječe od grčke riječi *thymos* ili *thymon*, što znači tamjan, zbog mirisa koji na njega podsjeća. Timijan je mediteranska biljka. U ostalim dijelovima svijeta uzgaja se kao dekorativna biljka i za dobivanje droga. Origano (*Origanum vulgare*) je višegodišnja zeljasta biljka iz porodice *Lamiaceae*. Latinsko ime roda *Origanum* znači radost planine, vuče podrijetlo preko grčke riječi *oros* (planina) i *ganos* (sreća). Ime vrste *vulgare* znači običan, uobičajen. Drugi naziv za origano je mravinac, jer biljka sadrži eterična ulja koja rastjeruje mrave. Cilj istraživanja je bio utvrditi rast i razvoj timijana i origana pod utjecajem različitih vrsta umjetne rasvjete. Presadnice timijana su bile statistički značajno više pod LED lampama u odnosu na FLUO lampe. Kod timijana, rasvjeta nije utjecala na broj postranih izboja. Utvrđena je značajno veća svježja i suha masa nadzemnog dijela presadnica timijana pod FLUO lampama. Također, presadnice origana su bile statistički značajno više te su imale veći broj listova, duže i šire listove pod FLUO lampama. Masa nadzemnog dijela presadnice origana bila je značajno veća pod LED lampama u odnosu na FLUO lampe. Na kraju, pregledom literature i usporedbom s rezultatima ovog istraživanja može se zaključiti da biljne vrste različito reagiraju na vrstu rasvjete.

8. SUMMARY

Thyme (*Thymus vulgaris*) belongs to the family Lamiaceae. The genus name originates from the Greek word *thymos* or *thymon*, which means incense, due to the scent that reminds to its scent. Thyme is a Mediterranean plant. In other parts of the world, it is grown as a decorative plant and as a medicinal plant. Origano (*Origanum vulgare*) is a perennial herb plant from the Lamiaceae family. The Latin name *Origanum* means the joy of the mountain, drawing its origin through the Greek word *oros* and *ganos* (happiness). The type *vulgare* means plain, common. The aim of the research was to determine the growth and development of thyme and oregano under the influence of different types of artificial lighting. Transplants height was significantly higher under LED lamps compared to that under the FLUO lamps. In thyme, different lighting did not affect the number of lateral shoots. Significantly higher fresh and dry mass of the aboveground part of thyme transplants was found under the FLUO lamps. Also, oregano seedlings had significantly more leaves, as well as longer and larger leaves under the FLUO lamps. The weight of the aboveground part of the oregano transplants was significantly higher under LED lamps compared to FLUO lamps. Finally, comparing previous investigations and result of present research, it can be concluded that plant species respond differently to the different type of additional lighting.

9. POPIS TABLICA

Tablica 1. Djelovanje aktivnih tvari origana7

Tablica 2. Nutritivna vrijednost suhog lišća timijana u 100g8

Tablica 3. Nutritivne vrijednosti suhog origana u 100g9

10. POPIS SLIKA

Slika 1. Morfološki prikaz biljke timijana	2
Slika 2. Morfološki prikaz biljke origana	4
Slika 3. Stukturna formula karvakrola i timola	11
Slika 4. Sjeme timijana i origana (original foto).....	18
Slika 5. Presadnice timijana i origana ispod FLUO i LED osvjetljenja.....	19

11. POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Utjecaj različitog tipa umjetnog osvjetljenja na visinu presadnica timijana. Vrijednosti obilježene s različitim slovima ^{a,b} se značajno razlikuju prema LSD testu ($p=0,05$).20

Grafikon 2. Utjecaj različitog tipa umjetnog osvjetljenja na broj listova i postranih izboja kod presadnica timijana. Vrijednosti obilježene s različitim slovima ^{a,b} se značajno razlikuju prema LSD testu ($p=0,05$).21

Grafikon 3. Utjecaj različitog tipa umjetnog osvjetljenja na svježiu i suhu masu nadzemnog dijela presadnica timijana. Vrijednosti obilježene s različitim slovima ^{a,b} se značajno razlikuju prema LSD testu ($p=0,05$).22

Grafikon 4. Utjecaj različitog tipa umjetnog osvjetljenja na visinu presadnica origana. Vrijednosti obilježene s različitim slovima ^{a,b} se značajno razlikuju prema LSD testu ($p=0,05$).22

Grafikon 5. Utjecaj različitog tipa umjetnog osvjetljenja na broj, dužinu i širinu listova presadnica origana. Vrijednosti obilježene s različitim slovima ^{a,b} se značajno razlikuju prema LSD testu ($p=0,05$).23

Grafikon 6. Utjecaj različitog tipa umjetnog osvjetljenja na svježiu masu nadzemnog dijela presadnica origana. Vrijednosti obilježene s različitim slovima ^{a,b} se značajno razlikuju prema LSD testu ($p=0,05$).24

Grafikon 7. Utjecaj različitog tipa umjetnog osvjetljenja na suhu masu nadzemnog dijela presadnica origana. Vrijednosti obilježene s različitim slovima ^{a,b} se značajno razlikuju prema LSD testu ($p=0,05$).24

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Sveučilišni diplomski studij, smjer Povrćarstvo i cvjećarstvo

Diplomski rad

Utjecaj LED i FLUO osvjetljenja na rast klijanaca timijana (*Thymus vulgaris*) i origana (*Origanum vulgare*)

Terezija Šperanda

Sažetak: Timijan (*Thymus vulgaris*) pripada porodici *Lamiaceae*. Ime roda potječe od grčke riječi *thymos* ili *thymon*, što znači tamjan, zbog mirisa koji na njega podsjeća. Timijan je mediteranska biljka. U ostalim dijelovima svijeta uzgaja se kao dekorativna biljka i za dobivanje droga. Origano (*Origanum vulgare*) je višegodišnja zeljasta biljka iz porodice *Lamiaceae*. Latinsko ime roda *Origanum* znači radost planine, vuče podrijetlo preko grčke riječi *oros* (planina) i *ganos* (sreća). Ime vrste *vulgare* znači običan, uobičajen. Drugi naziv za origano je mravinac, jer biljka sadrži eterična ulja koja rastjeruje mrave. Cilj istraživanja je bio utvrditi rast i razvoj timijana i origana pod utjecajem različitih vrsta umjetne rasvjete. Presadnice timijana su bile statistički značajno više pod LED lampama u odnosu na FLUO lampe. Kod timijana, rasvjeta nije utjecala na broj postranih izboja. Utvrđena je značajno veća svježina i suha masa nadzemnog dijela presadnica timijana pod FLUO lampama. Također, presadnice origana su bile statistički značajno više te su imale veći broj listova, duže i šire listove pod FLUO lampama. Masa nadzemnog dijela presadnice origana bila je značajno veća pod LED lampama u odnosu na FLUO lampe. Na kraju, pregledom literature i usporedbom s rezultatima ovog istraživanja može se zaključiti da biljne vrste različito reagiraju na vrstu rasvjete.

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: Izv.prof.dr.sc. Tomislav Vinković

Broj stranica: 34

Broj grafikona i slika: 7,5

Broj tablica: 3

Broj literaturnih navoda: 29 znanstvenih radova, 6 knjige, 6 internet izvora

Broj priloga: /

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: timijan, origano, klijanaca, LED svjetla, fluo svjetla

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. Dr.sc. Marija Ravlić, predsjednik
2. Izv.prof.dr.sc. Tomislav Vinković, mentor
3. Izv.prof.dr.sc. Miro Stošić, član

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

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
University Graduate Studies,

Graduate thesis

Influence of LED and FLUO illumination on growth of thymus (*Thymus vulgaris*) and oregano (*Origanum vulgare*) seedlings

Terezija Šperanda

Abstract: Thyme (*Thymus vulgaris*) belongs to the family Lamiaceae. The genus name originates from the Greek word *thymos* or *thymon*, which means incense, due to the scent that reminds to its scent. Thyme is a Mediterranean plant. In other parts of the world, it is grown as a decorative plant and as a medicinal plant. Oregano (*Origanum vulgare*) is a perennial herb plant from the Lamiaceae family. The Latin name *Origanum* means the joy of the mountain, drawing its origin through the Greek word *oros* and *ganos* (happiness). The type *vulgare* means plain, common. The aim of the research was to determine the growth and development of thyme and oregano under the influence of different types of artificial lighting. Transplants height was significantly higher under LED lamps compared to that under the FLUO lamps. In thyme, different lighting did not affect the number of lateral shoots. Significantly higher fresh and dry mass of the aboveground part of thyme transplants was found under the FLUO lamps. Also, oregano seedlings had significantly more leaves, as well as longer and larger leaves under the FLUO lamps. The weight of the aboveground part of the oregano transplants was significantly higher under LED lamps compared to FLUO lamps. Finally, comparing previous investigations and result of present research, it can be concluded that plant species respond differently to the different type of additional lighting.

Thesis performed at: Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Mentor: PhD. Tomislav Vinković, associate professor

Number of pages: 34

Number of figures: 7 figures and 5 photographs

Number of tables: 3

Number of references: 29 scientific references, 6 books, 6 Internet sources

Number of appendices: 0

Original in: Croatian

Key words: thyme, oregano, seedlings, LED lights, fluo lights

Thesis defended on date:

Reviewers:

1. PhD. Marija Ravlić, - chair member
2. PhD. Tomislav Vinković, associate professor- mentor
3. PhD. Miro Stošić, associate professor- member

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