Utjecaj LED osvjetljenja na klijavost mrkve i špinata

Vrdoljak, Marina

Master's thesis / Diplomski rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:279868

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

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

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Marina Vrdoljak, apsolvent

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer: Biljna proizvodnja

UTJECAJ LED OSVJETLJENJA NA KLIJAVOST MRKVE I ŠPINATA

Diplomski rad

Osijek, 2015.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Marina Vrdoljak, apsolvent

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer: Biljna proizvodnja

UTJECAJ LED OSVJETLJENJA NA KLIJAVOST MRKVE I ŠPINATA

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. doc.dr.sc. Miroslav Lisjak, predsjednik
2. doc.dr.sc. Tomislav Vinković, mentor
3. prof.dr.sc. Nada Parađiković, član

Osijek, 2015

Sadržaj

1. UVOD 1
1.2.Biološke osobine mrkve i špinata 3
1.2.1.Mrkva 3
1.2.2.Špinat 7
1.3.Agrotehnika mrkve i špinata 10
1.3.1. Agrotehnika mrkve 10
1.3.2. Agrotehnika i gnojidba špinata 12
1.4.Agroekološki uvjeti mrkve i špinata 14
1.4.1.Agroekološki uvjeti mrkve 14
1.4.2.Agroekološki uvjeti špinata 15
1.5.Nutritivne vrijednosti mrkve i špinata 16
1.5.1.Nutritivne vrijednosti mrkve 16
1.5.2. Nutritivne vrijednosti špinata 17
2. PREGLED LITERATURE 19
2.1. Cilj istraživanja 21
3. MATERIJALI I METODE 22
4. REZULTATI 25
5. RASPRAVA 29
6. ZAKLJUČAK 31
7. POPIS LITERATURE 32
8. SAŽETAK 35
9. SUMMARY 36
10. POPIS TABLICA 37
11. POPIS SLIKA 38
12. POPIS GRAFIKONA 39
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA 40
BASIC DOCUMENTATION CARD 41

1.UVOD

Mrkva (*Daucus carota L.)* pripada porodici štitarki (*Umbelliferae*). Korjenasto je povrće, a posebni značaj ima zbog dijetetskog i hranjivog značaja, osobito zbog mineralnih i vitaminskih sastojaka.

Rasprostranjena je po cijeloj Europi i Aziji. Od prapovijesnog razdoblja koristi se kao povrće. U Europu i Aziju crvene forme mrkve su došle već u 10. stoljeću gdje se pojavio i žuti mutant. Crvene i žute forme su sve do 15. stoljeća bile raširene, ali je prevladavala žuta forma. U Nizozemskoj je u 17. stoljeću izdvojen narančasti mutant iz bijele mrkve, koji se u sljedećem razdoblju raširio po cijelom svijetu (Lešić i sur., 2002.). Uzgoj mrkve u svijetu odvija se pod nešto manje od milijun hektara, a 20 milijuna tona se proizvede s tih površina. Kina, Rusija i SAD imaju najveće površine i najveću proizvodnju mrkve. Poljska, Francuska i Velika Britanija su najveći proizvođači mrkve u Europi. U Hrvatskoj se mrkva proizvodi na 3.300 ha s prosječnim prinosom od 9 t/ha, što je dvostruko niže od svjetskih prosjeka. U državama sjeverne Europe prosječni prinos mrkve je za 5-6 puta veći nego u Hrvatskoj (Matotan, 2004.).

Zadebljani korijen mrkve može se upotrebljavati u svježem stanju i termički obrađen kao dodatak raznim jelima. Korijen mrkve ima visok sadržaj suhe tvari, i to od 12-17 %, dok narančasta mrkva sadrži najviše provitamina A tj. β-karotena (Parađiković, 2009.). Nadalje, vitamini B1, B2, B6, C, D, E, K i ostali u manjim količinama se također nalaze u mrkvi. U prvoj godini mrkva stvara korijen namijenjen tržištu i preradi, a u drugoj generativne organe (cvijet, plod i sjeme). Korijen može biti različitog oblika i veličine što ovisi o sorti, ali za ljudsku ishranu najčešće se koristi valjkasti oblik.

Špinat (*Spinacia oleracea L.*) pripada porodici lobodnjača (*Chenopodiaceae)*. Potječe iz zapadne Azije, točnije s područja današnjeg Irana gdje se uzgaja i upotrebljava više od 2000 godina. Za vrijeme križarskih ratova došao je u Europu (Lešić i sur., 2002.). Špinat sadrži 10 % suhe tvari u kojoj prevladavaju bjelančevine. Špinat obiluje vitaminima, mineralima i celuloznim vlaknima. U listovima je visok sadržaj vitamina B-kompleksa, C vitamina i β-karotena, dok se od minerala najviše ističe sadržaj željeza. Špinat se koristi uglavnom kuhan i to kao prilog glavnim jelima (Parađiković, 2009.).

Špinat može sadržavati nepoželjne sastojke kao što su nitrati i oksalati. Nitrofilna je biljka koja nakuplja nitrate koji u listovima mogu prijeći u nitrite dužim stajanjem nakon berbe, što je jako opasno za ishranu djece. Upravo je zbog toga vrlo važno pokloniti dodatnu pažnju upotrebi i obliku dušičnih gnojivima. U peteljci se nalaze oksalati koji mogu uzrokovati pojačano izlučivanje kalcija iz organizma i zbog toga je poželjno špinat pripravljati s mlijekom kako bi se oni inaktivirali kalcijem iz mlijeka (Matotan, 2004.). Špinat se može zamrzavati i sušiti. Prirodni je detoksikant, stimulans, laksativ, diuretik, dijetetik, antianemik te djeluje kao stimulator rada jetre, probavnih te mokraćnih organa i obavezno se koristi u dijetoterapiji.

Špinat se uzgaja na 600.000 hektara površine u cijelom svijetu i godišnje ga se proizvede oko 8 milijuna tona. U Kini se nalazi gotovo tri četvrtine svjetske proizvodnje špinata. SAD i Japan također imaju značajnu ulogu u proizvodnji špinata. Uzgaja se i u Europi, a najviše u Italiji (7500 ha), Francuskoj (5000 ha), Njemačkoj (3750 ha), ali i u Nizozemskoj i Belgiji. Prosječni prinos špinata je 13 t/ha, stoga se može zaključiti da neke zemlje u sjevernoj Europi imaju i dvostruko veće prosječne prinose. Najveći dio proizvodnje špinata u Hrvatskoj se uzgaja na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima, dok su u funkciji proizvodnje za tržište relativno male površine. Na mediteranskom području ima veće gospodarsko značenje u zimskoj proizvodnji (Lešić i sur., 2002.).

1.2.Biološke osobine mrkve i špinata

1.2.1. Mrkva

Mrkva je dvogodišnja biljna vrsta. U prvoj godini daje zadebljani korijen narančaste boje, valjkastog, Konusnog ili okruglastog oblika sastavljen od skraćene stabljike, vrata korijena i pravoga korijena (Matotan, 2004.). Primarni korijen u optimalnim uvjetima može doseći dubinu višu od 1 m. Kada se lisna masa razvije do 70 % tada počinje zadebljanje gornjeg dijela korijena, a njega koristimo kao namirnicu kada bude u tehnološkoj zriobi. Za pravilni razvoj korijena veliku ulogu imaju struktura i vlažnost tla. Korijen mrkve sastoji se od epikotila, hipokotila i dijela korijena na kojemu se nalaze i bočni korjenčići, dok se zadebljani dio sastoji od floema i ksilema, kambija i periderma (Parađiković, 2009.). U floemu se nakuplja više šećera i karotena, pa se u selekciji ksilem (srce) nastoji održati što manjim i sa što manjom razlikom u intenzitetu boja. Zbog bočnih korjenčića, korijen ima veliku usisnu moć i osigurava nadzemnom dijelu dovoljno vlage i mineralnih tvari (Lešić i sur., 2002.).

Na skraćenoj stabljici formira se rozeta koju čine listovi s dugim peteljkama i perasto sastavljeno lišće s brojnim sitnim dlakavim i rascjepkanim liskama. Druge godine u generativnoj fazi stabljika se produžuje. Na vrhu primarne grane, sekundarnih grana i grana sljedećeg reda pojavljuje se štitac koji na dugim stapkama ima brojne štitiće (Lešić i sur., 2002.). Cvjetovi imaju pet lapova, bijelih ili žućkastih latica i prašnika te po jedan dvodijelni tučak s podraslom plodnicom sastavljenom od po dva plodnička lista.

Mrkva je stranooplodna biljna vrsta sklona križanju s divljim srodnicima, a oprašuje se vjetrom ili kukcima. Kalavac je plod koji se sastoji od dva jednosjemena plodića koji se kasnije razdvoje. Polumjesečastog su oblika i imaju bodlje na uzdužnim rebrima koje se tijekom prerade uklanjaju (Lešić i sur., 2002.). Boja sjemena je sivosmeđa do sivožuta, dok dužina iznosi između 2-4 mm, a širina od 1-2 mm. U jednom gramu ima 600-1000 sjemenki. Veličina sjemena se smanjuje prema cvatovima na granama višeg reda, a kvaliteta je najveća uz najkrupnije cvatove primarnih i sekundarnih grana.

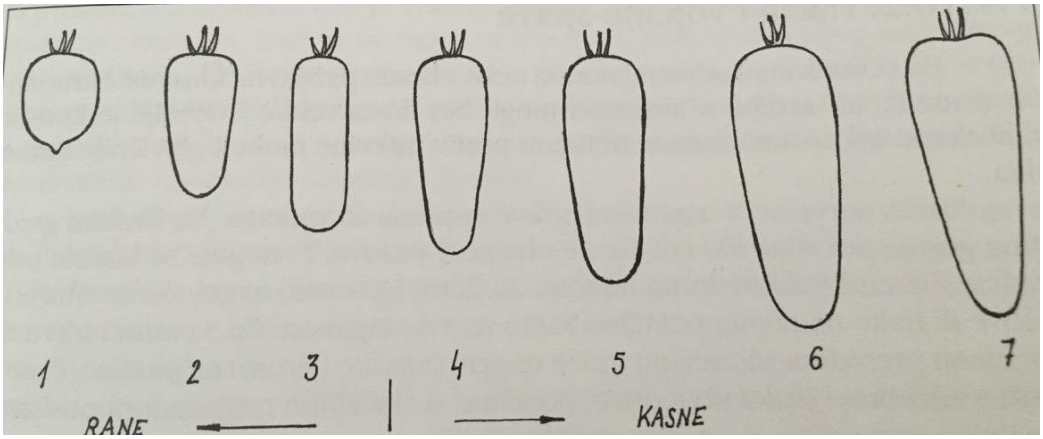
1.2.1.1.Sorte mrkve

Sorte mrkve se dijele s obzirom na dužinu vegetacije na:

- Rane: 60-90 dana
- Ljetne: 105-130 dana
- Kasne: 165-190 dana

Sorte valjkastog oblika, korijena tipa Amsterdam (srednje rana mrkva) i Nantes, uzgajaju se za ranu proizvodnju i korištenje u svježem stanju, dok su Braunschweig i Flakkee namijenjeni za kasnu proizvodnju i skladištenje tijekom zime i za potrebe prerađivačke industrije. Oni imaju krupni korijen Konusnog oblika i visok sadržaj suhe tvari.

Sorta Pariška mrkva je okruglasti kultivar, dužine 3-4 cm, a promjera 3 cm. Namijenjena je za uzgoj u zaštićenom prostoru ili rani uzgoj na otvorenom („mlada“ mrkva). Koristi se za svježu potrošnju ili se pak čitava konzervira.



Slika 1. Tipovi mrkve: 1.Pariška tržna, 2.Amsterdam, 3.Nantes, 4.Chantenay, 5.Berlicum, 6. i 7. Flakkee (Lešić i sur., 2002.).

Da bi se povećala tržišna vrijednost i iskoristivost prilikom industrijske prerade, sve se više počinju uzgajati hibridi koji se odlikuju izuzetno velikom ujednačenosti korijena. Također, hibridi imaju čvršće i bujnije lišće što olakšava mehanizirano vađenje.

Hibridne sorte se odlikuju korijenom koji se lakše čuva u skladištu te ima veću iskoristivost u preradi jer ne formira zeleni dio na glavi korijena. Imaju intenzivnu boju koja se ne gubi preradom te glatku površinu i visok sadržaj suhe tvari. U Hrvatskoj se sjeme i hibridi potrebni za sjetvu uglavnom kupuju od Nizozemskih proizvođača kao što su Enza Zaden, Royal Sluis, Nickerson Zwaan i dr.

Tablica 1. Hibridi mrkve (Matotan, 2004.).

Mokum F1	Vrlo rani hibrid tipa Amsterdam. Dužina korijena je od 15-20 cm, valjkastog je oblika i od 2,5-3 cm promjera u najraširenijem dijelu. Glatke je površine i intenzivne narančaste boje. Kvalitetno mehanizirano vađenje zbog osrednje bujnosti lista i dobre čvrstoće. Sadrži 10,3 % suhe tvari u korijenu. Za tržište je namijenjen u svježem stanju. Skladištena sposobnost mu je slaba. 2011. godine je upisan na sortnu listu.	
Turbo F1	Rani hibrid tipa Nantes. Dužina korijena je 20 cm i valjkastog je oblika, glatke površine te intenzivno narančaste boje. Omogućava kvalitetno mehanizirano vađenje jer mu je lišće osrednje bujnosti i dobre čvrstoće. Namijenjen je za tržište u svježem stanju. 1996. godine upisan je na sortnu listu.	
Nanda F1	Srednje rani hibrid tipa Nantes. Dužina korijena je 16-18 cm i valjkastog je oblika. Promjer u najširem dijelu je 2,5-3,0 cm. Glatke je površine te lijepe narančaste boje. Dobro se skladišti i otporan je na pucanje. Početkom srpnja dospijeva za vađenje iz rane proljetne sjetve. 1999. godine upisan je na sortnu listu.	

Monatana	Srednje kasna sorta tipa Nantes. Dužina korijena je od 15-18 cm. Valjkastog je oblika, a promjer u najširem dijelu iznosi 2,3-3,5 cm. Crvenkasto narančaste je boje i glatke površine. Dobre je otpornosti na pucanje. Kvalitetno mehanizirano vađenje omogućava čvrsto i uspravno vađenje. Uzgaja se u svježem stanju. 1999. godine upisan je na sortnu listu.	
Karotan	Kasna sorta tipa Flakkee. Konusnih, blago zadebljanih korjenova dužine 20-25 cm, a 3-4-cm promjera u najširem dijelu. Crvenkasto narančaste boje bez zelenog dijela na glavi. Sadrži oko 10,5 % suhe tvari. Kvalitetno mehanizirano vađenje. Uzgaja se pretežito za preradu. Na sortnu listu upisana je 1982. godine.	

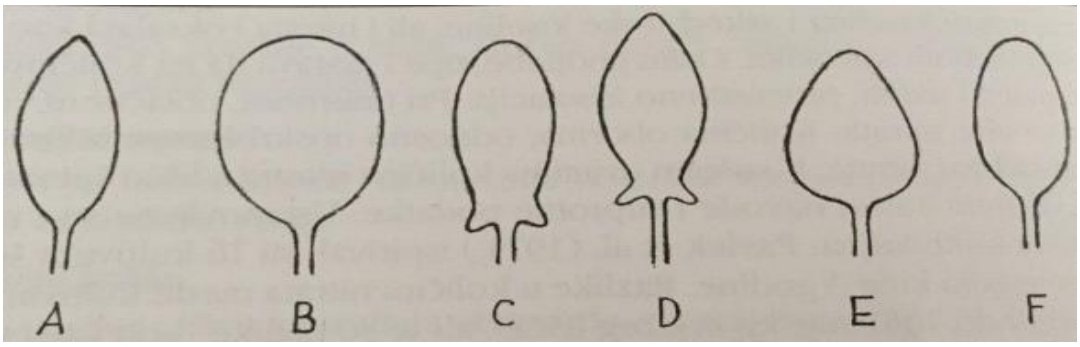
1.2.2.Špinat

Špinat je jednogodišnja zeljasta biljna vrsta koja se uzgaja zbog lišća. Vretenastog je i kratkog korijena, a u površinskom dijelu je dosta razgranat i ima skraćenu stabljiku. Rub lisne plojke može biti ovalnog, trokutastog, cijelog, ravnog ili valovitog oblika. Površina lista je glatka ili više manje mjehurasta zbog bržeg rasta parenhimskog tkiva među žilama. Boja se proteže od tamnozelene do svijetlozelene. Rozeta može biti položena ili poluuspravna, ali to ovisi o gustoći usjeva (Lešić i sur., 2002.). Stabljika se izdužuje i može narasti do 1 metar u generativnoj fazi.

Špinat je dvodomna biljka. Omjer muških i ženskih cvjetova je obično 1:1 , ali ima i mnogo odstupanja (Lešić i sur., 2002.). Na vrhu stabljike se nalaze muški cvjetovi u cvatu poput klasa, bez latica su i imaju 4 prašnika. Sjedeći u pazuhu lista bez latica su ženski cvjetovi te imaju 4 lapa koji obuhvaćaju plodnicu, a na vrhu nosi tučak sa 4 do 6 nitastih njuški. Oprašuje se vjetrom. Jednosjemeni oraščić je plod, a nastao je srastanjem čaške i perikarpa, te je nepravilnog okruglastog oblika, sivo-smeđe boje.

1.2.2.1. Sorte špinata

Brojne selekcijske ustanove i sjemenske tvrtke nude sve veći broj sorata špinata za različite namjene. U zadnje vrijeme prevladavaju F1 hibridi koji imaju bolju ujednačenost i potencijal rodnosti, ali i poboljšane selekcije starih sorata, Matador i Viroflay (Lešić i sur., 2002.). Karakteristike sorata namijenjenih za preradu su glatki listovi, duge peteljke i uspravne rozete, dok se boje listova protežu od srednje zelene do tamnozelene. Sorte su namijenjene za manje naboranog odnosno mjehurastog, tamnozelenog lišća te kratkih peteljki. Takva vrsta špinata se manje zbija u ambalaži, bolje pakira, što ujedno omogućava bolju aeraciju, hlađenje i dužu održivost na prodajnim mjestima. Ovisno o biološkim svojstvima, pojedine su sorte namijenjene za rani proljetni, kasni proljetni ili ljetni uzgoj te za rani jesenski, kasni jesenski ili uzgoj zimi.



Slika 4. Oblici lista špinata (Lešić i sur., 2002.).

Tablica 2. Hibridi špinata (Matotan, 2004.).

Butterflay	Rana sorta velikih i zadebljanih listova, ovalnog oblika, tamnozelene boje. Peteljke su srednje duge, a površina lista je glatka. U položajnoj rozeti listovi su poluuspravni. Odlikuje se usporenim razvojem cvjetne stabljike i brzim rastom. Ranoproljetna i jesenska sjetva. Koristi se za preradu i potrošnju u svježem stanju**.**	
Triathlon F_1	Srednje rani hibrid (uzgoj u rano proljeće i kasnu jesen) može se uspješno uzgajati i zimi u zaštićenim prostorima. Krupnih svijetlozelenih listova, kopljasto ovalnog oblika i glatke površine. Listovi su poluuspravnog položaja, peteljke srednje dužine, a lisna rozeta srednje velika. Karakterizira ga spor razvoj cvjetne stabljike. Vrlo prinosan i otporan na plemenjaču.	
Spanda F_1	Srednje kasni hibrid. Listovi su tamnozeleni, okruglog je oblika i glatke površine. Listovi u rozeti su poluuspravnog položaja, a peteljka je srednje duga. Može se uzgajati i preko ljeta jer vrlo sporo razvija cvjetnu stabljiku. Namijenjena je za preradu i otporna na plamenjaču.	
Spinnaker F_1	Kasni hibrid. Tamnozelenih je i krupnih listova, okruglog oblika te glatke površine. Karakterizira ga kratka peteljka, listovi su uspravnog položaja, a lisna rozeta je bujna. Namijenjen je za ljetnu i jesensku proizvodnju. Uzgaja se za potrošnju u svježem stanju i za preradu.	

1.3.Agrotehnika mrkve i špinata

1.3.1. Agrotehnika mrkve

Najveći utjecaj na pripremu tla za mrkvu ima predkultura. Ovisno o predkulturi, priprema tla se obavlja ljetnim plitkim oranjem iza kultura koja rano napuštaju tlo te oranjem tijekom jeseni, odnosno jednim dubokim jesenskim oranjem. Optimalna dubina oranja iznosi 25-30 cm (Matotan., 2004.). Predsjetvenoj pripremi tla bitno je posvetiti puno pažnje jer mrkva niče sporo te se sporo razvija u prvim fazama što predstavlja opasnost od pojave korova. Završetkom jesenskog oranja i obavljene gnojidbe potrebno je tlo potanjurati što će mnogo olakšati predsjetvenu pripremu rano u proljeće. Kada se u proljeće površinski sloj tla prosuši, obavlja se drljanje. Osim gnojidbe prije predsjetvene pripreme, tlo se prska herbicidom Treflan u količini 2 L/ha, a nakon primjene herbicid se u tlo odmah unosi sjetvospremačem. Bitno je kvalitetno odraditi predsjetvenu pripremu tla kako bi se omogućila kvalitetna sjetva i brzo nicanje. U područjima i na tlima koje tijekom vegetacijskog perioda nemaju nedostatak oborina ili ako se taj nedostatak nadoknađuje navodnjavanjima, stabilan i visok prinos dobiva se uzgojem na uskim gredicama koje se oblikuju posebnim priključnim strojem. Takav način uzgoja omogućava lakše vađenje uz manji lom korijena.

Plodored

Može se dobro uklopiti u ratarske i povrćarske plodorede kao okopavina. Dolazi nakon kultura gnojenih organskim gnojivima. Na istu površinu ne treba se sijati 4-6 godina zbog specifičnih nametnika. Zbog opasnosti od nematoda, krumpir, rajčica, repa i ostale štitarke nisu dobra predkultura za mrkvu. Kupusnjače, tikvenjače i žitarice, osim kukuruza, (posebno ako je zaorana kukuruzovina) dobre su predkulture. Mogu se uzgajati i drugi usjevi nakon rane mrkve, kao što su jesenske kupusnjače, špinat radič i dr., a prije mrkve za jesensku i zimsku potrošnju može doći neka rana proljetna kultura, primjerice salata, luk srebrenac, grašak i sl., ali samo u sustavu navodnjavanja.

Gnojidba mrkve

Kao i kod svih kultura, gnojidba ovisi o kemijskoj analizi tla i teksturi tla. Osim što povećava prinos mrkve, gnojidba pozitivno utječe i na nakupljanje nekih bitnih elemenata u korijenu mrkve. Gnojivo utječe na nakupljanje željeza i karotena u korijenu. Na sadržaj vitamina A posebno utječu dušična gnojiva, dok kalijeva povećavaju sadržaj vitamina C i

šećera. Na kemijski sastav korijena ne utječu fosforna gnojiva, no ona su za rast i razvoj korijena neophodna. Ukoliko je tlo srednje plodno, nakon jesenskog oranja gnoji se s oko 600 kg/ha NPK mineralnih gnojiva formulacije 7:20:30. Ovisno o stupnju kiselosti, u kisela tla treba unijeti vapna u količini od 2-3 t/ha. Prije predsjetvene pripreme tlo se gnoji s još 200 kg/ha NPK 7:20:30. Najbolje je da se polovica umjetnih gnojiva unese se u tlo u osnovnoj i predsjetvenoj pripremi, a druga polovica u obliku prihranjivanja. Usjev se prihranjuje prilikom međuredne kultivacije s KAN-om.

Sjetva

Već tijekom ožujka u kontinentalnim područjima započinje sjetva sorti i hibrida mrkve namijenjenih za ljetnu i rano jesensku proizvodnju i korištenje u svježem stanju. Kasnije sorte i hibridi siju se tijekom travnja, a to je mrkva koja je namijenjena za duže čuvanje i preradu. Za razvoj mrkvi je potrebno dosta svjetla koje treba prilagoditi lokalnim uvjetima, a posebno treba pripaziti da usjev u faze 5-8 razvijenih listova ne dospije u razdoblju niskih temperatura koje za posljedicu mogu imati izrastanje cvjetnih stabljika. Sjetva se obavlja preciznim sijačicama za povrće na prethodno pripremljene uske ili široke gredice, najčešće u dvoredne trake. Na širokim gredicama razmak između dvoreda je 50 cm, a između redova 5-7 cm. Sjemenke se nalaze u redu sa međusobnim razmakom od 2 cm za rane sorte, a do 5 cm za kasne. Najčešći razmak u uskim gredicama iznosi 75 cm i na njih se također sije u dva reda. Rani hibridi siju se s 400-500 sjemenki po četvornom metru, a kasne s 100-200 sjemenki po četvornom metru. Preporuča se za sjetvu koristiti kalibrirano sjeme krupnijih frakcija, obloženo zaštitnim sredstvima koja će zaštiti mlade biljčice od bolesti i štetnika. Sjetva se vrši na dubini od 1-1,5 cm.

Vađenje mrkve

Kada se korijen potpuno razvije i dostigne oblik i veličinu karakterističnu za pojedinu sortu tj. kada je sadržaj suhe tvari najveći, mrkva se vadi. Tijekom srpnja i kolovoza za ranije sorte, a za one pune vegetacije od druge polovice rujna do sredine listopada. Vadi se strojem čiji radni organi nadižu korijen zajedno sa zemljom. Čupači rade na principu beskonačnih traka i hvataju lišće i čupaju korijen. Lišće s korijena se reže, a korijen se transportnim sistemom odlaže u bunker (Matotan, 2004.). Vađenje se može obaviti dvofazno i to tako da se pokosi lišće i odstrani s parcele te se zatim korijen vadi vadilicama, a provodi se na umjereno prosušenim tlima kako bi što manje zemlje ostalo na korijenu. Korijen se čuva u prostorija na temperaturi oko 1°C , no s korijena se prije skinu

ostaci zemlje te lišće. Ova mjera ovisi o tome je li proizvod namijenjen direktno za tržište, zimsku potrošnju ili za industriju.

1.3.2. Agrotehnika i gnojidba špinata

Ako se špinat sije iza predkultura koje napuštaju tlo, preko ljeta se tlo plitko izore i krajem rujna se obavlja duboko oranje na dubini 25-30 cm., ako će se sijati u proljeće. U proljeće se u predsjetvenoj pripremi dodaju dušična gnojiva prema analizi tla oko 350-400 kg/ha kompleksnog NPK gnojiva formacije 8:16:24 ili 8:26:26. Bitno je izvršiti jednu prihranu s dušičnim gnojivom koja ne smije biti prekasna. Ukoliko sijemo špinat na težim tlima, dobro je formirati uzdignute gredice, a površina mora biti fine mrvičaste strukture i dobro izravnana da se omogući što ravnomjernija dubina sjetve. Ukoliko sjetvu vršimo u ljeto i jesen, prvo se plitko zaoru biljni ostaci predkulture kako bi se sačuvala vlaga. Prije sjetve obvezna je nova obrada uz primjenu propisane količine hraniva te fino pripremljen sloj za sjetvu.

Plodored

Uzgoj u plodoredu je obvezan. Na površinama gdje su uzgajane šećerna repa, cikla ili blitva nebi trebali uzgajati špinat barem tri godine jer bi bilo poželjno da te kulture ne budu na susjednim parcelama zbog prenošenja virusnih bolesti. Mahunarke treba izbjegavati kao predkulturu jer one u tlu ostavljaju znatne količine dušika. Strne žitarice su najpovoljnija predkultura. Iste se godine mogu uzgajati i druge povrtne kulture jer špinat rano napušta tlo.

Sjetva

Špinat je skromnih zahtjeva prema toplini. Na 4°C sjeme špinata već niče, a na temperaturi od 30°C zaustavlja se njegovo nicanje. O klimatskom području najviše ovisi vrijeme sjetve. Da bi se špinat brao tijekom jeseni, sadnja se obavlja početkom kolovoza, a za proljetnu berbu tijekom listopada. Sredinom rujna obavlja se jesenska sjetva, tako da bi biljčice u vrijeme zime ušle u fazu razvijene lisne rozete kada su i najotpornije na niske temperature. Čim vremenske prilike dozvole, treba početi s proljetnom sjetvom, a to je najčešće sredinom ožujka. Žitnim i pneumatskim sijačicama može se obavljati sjetva međurednog razmaka 25 cm. U redu između posijanih zrna napravi se razmak 2,5-3 cm. Sjetva se obavlja na dubini od 2 cm. 25-30 kg sjemena potrebno je za sjetvu jednog hektara.

Špinat se može sijati i na pripremljene gredice u redovima razmaka 15-20 cm s razmakom gredica od 50 cm. Ro Neet je herbicid koji se koristi prije sjetve za suzbijanje korova u količini 5-7 L/ha. Potrebno ga je inkorporirati tanjuračom ili sjetvospremačem u tlo na dubinu 5-7 cm.

Berba i skladištenje

Špinat se bere zimi na pojedinim lokacijama u mediteranskom području, a u kontinentalnom području ozimi uzgoj otpornih sorata omogućuje ranu proljetnu berbu. Bere se onda kada ima 5-8 razvijenih listova. Ovisno o sezoni uzgoja, biljka može imati do 25 listova u tehnološkoj zrelosti, uključujući nerazvijene listove. Prije početka prerastanja špinat se bere (pojava cvjetne stabljike). Berba u ljetnom razdoblju vrlo je kratka i traje od 2-3 dana. Cijele rozete listova se beru za tržište, a za preradu špinat se kosi. Listovi se u više navrata mogu brati u kućanstvima. Odgovarajućim kombajnima špinat se kosi za preradu, koji odmah pokošeno lišće prenosi u vozilo i otprema na preradu. O roku sjetve, kultivaru, ostvarenom sklopu i vremenu berbe ovisi prinos špinata. Prinos od 10-20 t/ha može dati proljetni i ozimi špinat, a jesenski od 15-30 t/ha. Berbom cijele rozete zahvaćamo više peteljki nego košnjom, što utječe na količinu nitrata. Prelazak nitrata u nitrite može se smanjiti pravilnom doradom špinata (pranje u ledenoj vodi, pakiranje u prikladnu ambalažu u rahlom sloju, prodaja na rashladnoj vitrini). Špinat se pere hladnom vodom neposredno poslije berbe i nakon što se ocijedi rahlo se pakira u duboke letvarice. U hladnjači pri temperaturi od 0°C i pri relativnoj vlažnosti zraka od 95 % može se skladištiti nekoliko dana, ali samo u iznimnim slučajevima. Vitalizacijom se može produžiti održivost u hladnjači.

1.4.Agroekološki uvjeti mrkve i špinata

1.4.1.Agroekološki uvjeti mrkve

Temperatura

Skromnih je zahtjeva prema toplini. Na temperaturi od 3-5°C mrkva može niknuti i proklijati, no u takvim uvjetima period nicanja je vrlo dug. Nakon nicanja mlade biljke su otporne na niske temperature i mogu podnijeti mrazeve i do -5°C bez oštećenja. Niske temperature kod nekih ranih sorti mogu utjecati na prelazak u generativnu fazu već tijekom prve godine. Tijekom vegetacije optimalna temperatura za mrkvu je 18°C, pri kojem se temperaturnim režimom uz dobru opskrbljenost vodom postiže najviši prinos te ostvaruje najbolja kvaliteta korijena. Razvoj korijena je usporen, on ostaje tanak i kratak s obiljem grubih celuloznih vlakana na temperaturi od 30°C i tijekom vrućih ljetnih dana. Korijen mrkve u tehnološkoj zriobi podnosi temperature do -3°C, pa se u području blage zime mrkva za potrošnju u svježem stanju može vaditi i tijekom zime sve do ranog proljeća.

Voda

Mrkva ima dobro razvijen korijen koji biljku može opskrbljivati vodom iz dubljih slojeva tla. Za sigurnu proizvodnju tijekom sušnih perioda potrebno ju je natapati. Posebno tijekom nicanja do razvijenih 5-6 listova te u vrijeme intenzivnog debljanja korijena kada su potrebe mrkve za vodom najveće. Ako nema dovoljnu količinu vode, tijekom vegetacije dolazi do prorjeđivanja sklopa, a ako sušni period nastupi tijekom intenzivnog debljanja korijena, on ostaje kratak, nepravilnog oblika i žilav.

Tlo

Treba izabrati duboka i plodna tla bogata organskim tvarima za uspješnu proizvodnju mrkve. Dobro strukturna, topla i laganija tla su najbolja. Na glinovitim tlima dolazi do stvaranja pokorice što sprječava normalno nicanje, a korijen se često deformira i puca. Na visoku kiselost tla mrkva je osjetljiva. Na blago kiselim tlima gdje je pH 5,5-6,8 može se uspješno uzgajati. Biljke su znatno sklonije oboljenjima pri uzgoju na kiselijim tlima.

1.4.2.Agroekološki uvjeti špinata

Temperatura

Prema toplini skromnih je zahtjeva. Pri temperaturi od 4°C sjeme niče, dok temperature više od 30°C blokiraju njegovo nicanje. Optimalna temperatura za nicanje je 20 °C. Temperaturu do -8°C mogu podnijeti mlade biljčice bez oštećenja. Za rast i razvoj u vegetativnoj fazi optimalne temperature su od 15-18°C. U kontinentalnim područjima se sije u rano proljeće, a u područjima blažih zima sije se u jesen. Kada se sjetva obavlja kasno i kada dan traje duže od 16 sati, vrlo brzo prelazi u generativnu fazu i daje niske prinose lišća.

Voda

Ima relativno visoke upojne moći zbog dobro razvijenog korijena. Na sadržaj nitrata utječe količina oborina, odnosno opskrbljenost biljke s vodom. Uzgoj je moguć bez natapanja u ranoproljetnom periodu, no natapanje u periodu intenzivnog razvoja lisne rozete, kada su potrebe špinata za vodom najveće, znatnije povećava prinos i kvalitetu lista.

Tlo

Laganija do srednje teška plodna tla bogata humusom dobrog kapaciteta za vodu i zrak te dobra propusnost za vrijeme jačih oborina, najpovoljnija su za uzgoj špinata. Na kiselost tla nižu od pH 6 špinat je izrazito osjetljiv, stoga treba izbjegavati takva tla. Optimalni pH za uzgoj špinata je 5,5-7.

1.5.Nutritivne vrijednosti mrkve i špinata

1.5.1.Nutritivne vrijednosti mrkve

Mrkva je vrlo cjenjena zbog hranjivog i dijetetskog značenja, osobito u pregledu mineralnih i vitaminskih sastojaka. Korijen mrkve upotrebljava se sirov, sušen, konzerviran, blanširan te za pravljenje soka. Odlikuje se izuzetno visokim sadržajem provitamina ß-karoten koji iznosi 5,4-19,8 mg/100g. U našem organizmu različito se iskorištava karoten i to ovisno o načinu pripremanja mrkve. U sirovoj mrkvi iskorištenje karotena je 2 %, u kuhanoj 18 % a u sirovoj ribanoj 82 %.U sorti narančastog korijena ga ima najviše, dok u sorti za stočnu ishranu znatno manje (žutoj i bijeloj). U srži ga ima znatno manje nego u sekundarnoj kori. U korijenu mrkve nalaze se i drugi vitamini, a najviše sadrži vitamin C, vitamin E, vitamin K te su zastupljeni i vitamini B kompleksa i folna kiselina. (tablica 1.). Mineralni sastojci korijena su alkalnog karaktera. Kalij je najzastupljeniji, zatim kalcij, željezo, fosfor i jod. Kvalitetnu komponentu povrća predstavlja mrkva u dnevnom obroku (tablica 4.). Lišće mrkve je izvrsna stočna hrana, sadrži oko 15 % suhe tvari, 2,1 % proteina i 2,0 % mineralnih materijala, uz obilje vitamina. Koristi se još i u kozmetici.

Tablica 3. Sadržaj vitamina u mg u 100 grama svježe mrkve (Lešić i sur., 2002.).

ß karoten	3,6-12,0
Vitamin B_1	0,05-0,08
Vitamin B_2	0,03-0,12
Vitamin B_3	0,4-1,5
Vitamin B_5	0,23-0,31
Vitamin B_6	0,038-0,12
Vitamin B_7	0,005
Vitamin C	5-9
Vitamin E	1,5-3
Vitamin K	0,08
Folna kiselina	0,005-0,0089
Vitamin A	30 492

Tablica 4. Sastav hranjivih sastojaka u svježem očišćenom korijenu u % (Lešić i sur., 2002.).

Voda	86,5-93,0
Sirove bjelančevine	0,5-1,2
Sirove masti	0,1-0,3
Ugljikohidrati	5,8-8,8
Šećeri	4,8
Vlakna	0,6-1,32
Minerali	0,66-1,0

1.5.2. Nutritivne vrijednosti špinata

Špinat je višestruko korisna namirnica u prehrani djece, starijih osoba te onih koji se oporavljaju od bolesti i vegetarijanaca. Bjelančevine čine preko trećinu ukupne suhe tvari špinata koje sadrže sve esencijalne aminokiseline (tablica 3.). Bogat je mineralima, željezom (Tablica 4.), β-karotenom, vitaminima B skupine i vitaminom C (Tablica 5.). Špinat je nitrofilna biljka i ima mogućnost nakupljanja nitrata koji mogu postati štetni, osobito za malu djecu. Methemoglobinemiju mogu izazvati prijelazom nitrata u nitrite koja u ekstremnim uvjetima može biti i smrtonosna. Zbog intramolekularnog disanja nakon berbe te nepovoljnih uvjeta prijevoza i skladištenja ili djelovanja bakterija, nitrati prelaze u nitrite. Kalcij i magnezijevi oksalati koji su netopljivi normalno se izlučuju iz organizma te se nalaze u plojci špinata. Ipak, dio oksalne kiseline vezan je za natrij ili kalij koji su topljivi i lako disociraju, pa se u organizmu mogu vezati za kalcij i tako indirektno izazvati pomanjkanje kalcija. Zato je korisno špinat pripremati s mlijekom koje je bogato kalcijem (Lešić i sur., 2002.). Koristi se kuhan, kao varivo, nadjev ili dodatak tjestenini, dok se mladi špinat može koristiti kao salata sam ili pomiješan s drugim vrstama. Važna je komponenta dječjih jela koja se pripremaju u konzervnoj industriji. Za tu namjenu usjevi se proizvode pod određenim režimom gnojidbe i bez primjene herbicida i pesticida.

Tablica 5. Hranidbena vrijednost špinata iz njegovog sastava u postotku jestivog dijela (Lešić i sur., 2002.).

Voda	88,9-93,3
Sirove bjelančevine	2,0-3,2
Sirove masti	0,2-0,4
Ugljikohidrati	0,5-4,3
Vlakna	0,5-0,8
Minerali	1,4-1,9

Tablica 6. Minerali u mg/100g svježeg lišća špinata (Lešić i sur,. 2002.).

Natrij	25-80
Kalij	583-742
Magnezij	38-86
Kalcij	78-130
Fosfor	46-70
Željezo	2,8-11,9
Sumpor	36

Tablica 7. Zastupljenost glavnih vitamina u mg/100g svježeg lišća špinata (Lešić i sur,. 2002.).

Karoten	0,04-5,3
Vitamin E	0,2-0,6
Vitamin B	0,05-0,14
Vitamin B_2	0,19-0,37
Vitamin B_3	0,5-1,2
Vitamin B_5	0,31-0,32
Vitamin B_6	0,18-0,31
Vitamin K	0,04-3,0
Vitamin C	20-112

2.PREGLED LITERATURE

U sjevernoj Italiji proizvodnja presadnica povrća suočavala se godinama s problemom kratkog dana za vrijeme zimskih mjeseci. Potaknuti tim problemom, Basoccu i Nicola (1995.) započinju svoje istraživanje kojim osim što proučavaju utjecaj dodatnog svjetla, proučavaju i korelaciju dodatnog osvjetljenja s dušičnom gnojidbom. Pokuse su vršili na rajčicama s dodatnim osvjetljenjem od 4 do 8 sati. Rezultati istraživanja pokazali su da dodatno osvjetljenje ima utjecaj na presadnice samo u određenim fazama rasta, odnosno pokazuje znatan utjecaj na prinos u ranim fazama rasta i razvoja, dok poslije ne utječe na prinos rajčice.

Dodatno osvjetljenje može biti podrijetlom od različitih izvora svjetlosti kao što su HPS lampe, FLUO rasvjeta ili LED diode različitih valnih duljina. Utjecaj LED dioda različitih valnih duljina na rast i razvoj presadnica rajčice istražili su Brazaitytė i sur. (2010.). U tom istraživanju je utvrđeno da različite valne duljine LED rasvjete imaju različit utjecaj na rajčicu, a pojedine djeluju i inhibicijski na rast rajčice. Plavi i crveni spektar svjetlosti pokazao je pozitivne učinke na rast rajčice, dok je narančasti, žuti i zeleni pokazao negativan utjecaj na rast presadnica rajčice.

Fierro i sur. (1994.) su istraživali utjecaj LED rasvjete na presadnice rajčice i paprike u kombinaciji s učincima CO_2. Pratili su utjecaj na presadnice u plasteniku te nakon toga i utjecaj na sam prinos rajčice i paprike. Dodatno osvjetljenje korišteno je približno tri tjedna prije presađivanja presadnica, a utvrdili su da se suha tvar nadzemne mase povećala za 50 %, a suha tvar korijena za 49 %. Prinosi rajčice i paprike na prvim etažama su bili veći za 11 %.

Utjecaj LED rasvjete na različite fiziološke parametre kod rajčice bila je tema istraživanja Gajc-Wolske i sur. (2013.). U ovom istraživanju osim LED rasvjete korištene su i HPS lampe. Cilj ovog istraživanja bio je izmjeriti učinak dodatnog osvjetljenja na fiziološke parametre kod rajčice. Rezultati su pokazali da je uvođenje dopunskog izvora svjetlosti u uzgoju rajčice u prosjeku uzrokovalo povećanje intenziteta fotosinteze, transpiracije, provodljivosti i koncentracije klorofila za 57,7 %, 17,1 %, 39,3 % i 24,4 %. Veće vrijednosti tih parametara dobivene su korištenjem HPS lampi u usporedbi s LED lampama. Broj plodova i prosječna težina plodova bili su veći u obje kombinacije u kojima

se primjenjuje dopunski izvor svjetlosti, a vrijednosti tih osobina također su bile veće kod primjene HPS lampi.

Istraživanje usporedbe učinkovitosti HPS i LED lampi proveli su Klamkowski i sur. (2014.) gdje je cilj istraživanja bio ispitati utjecaj dodatnog osvjetljenja na transpiraciju i rast presadnica rajčice. Tijekom uzgoja presadnice su bile pod HPS lampama te plavim, crvenim i daleko crvenim LED diodama. Rezultati su pokazali da je dodatno osvjetljenje pozitivno utjecalo na praćene parametre, no da ne postoji značajna razlika između HPS i LED rasvjete. Nadalje, dobiveni rezultati su pokazali da HPS lampe mogu zamijeniti LED osvjetljenje u stakleničkoj proizvodnji presadnica rajčice u periodu s nedovoljno prirodnog svjetla.

Olle i Viršile (2013.) su također u svom revijalnom radu prikazali utjecaj LED rasvjete na intenzitet fotosinteze, kvalitetu plodova te prinos rajčice i krastavaca kao i ostalih biljnih vrsta. Također, u ovom je radu prikazan utjecaj kombinacija LED, FLUO rasvjete, HPS lampi i prirodnog osvjetljenja. Iz rezultata različitih istraživanja je zaključeno da su crveni i plavi spektar važni za rast zelenog lisnatog povrća, rajčice, krastavca i paprike, no ipak i teorijski neprofitabilni dio spektra, kao što su žuti i zeleni, imaju značajne učinke na fiziološke parametre različitih biljnih vrsta. Nadalje, istraživanja o osvjetljenju traju već dva desetljeća, no još uvijek nisu otkrivene kombinacije specifičnog spektra za različite biljne vrste kako bi se postigla za maksimalna produktivnost.

Potaknuti problemima neučinkovitosti i velikog zračenja topline tradicionalnih izvora dodatnog osvjetljenja, Singh i sur. (2014.) istražili su mogućnosti koje donosi nova tehnologija u rasvjeti u obliku LED lampi. U ekonomskoj analizi u kojoj su uspoređivani troškovi između tradicionalnog dodatnog osvjetljenja i LED rasvjeti, pokazalo se da uvođenje LED rasvjete gledajući duži vremenski period, predstavlja smanjenje troškova proizvodnje povrća. LED lampe su visoke energetske učinkovitosti, troškovi održavanja su niži, a i same lampe su dugovječne.

Muneer i sur. (2014.) su ispitali utjecaj LED lampi različitog intenziteta i različitih valnih duljina 522 nm i 639 nm (crvena) i 470 nm (plava) na listove salate. Istraživali su utjecaj na fotosintezu i kompleks proteina. Utvrđeno je da se s povećanjem intenziteta svjetlosti plavog spektra LED lampi povećava biomasa i fotosintetski parametri, a isti se smanjuju ukoliko se smanjuje intenzitet crvenog i zelenog spektra. Visoki intenzitet plave LED diode pospješuje rast biljaka i optimizira proces fotosinteze u prirodnom okruženju.

Produljenje fotoperioda je bila tema mnogih istraživanja, a Demers i sur. (1998.) istraživali su produženje fotoperioda na biljkama rajčice. Biljke rajčice su rasle pod prirodnim svjetlom ili im je fotoperiod bio produljen na 14, 16, 20 i 24 sata. Produljenje fotoperioda u trajanju od 14 sati pokazalo je značajan utjecaj na svježu masu izboja i ukupan prinos rajčice. Eksperiment je pokazao da se svježa masa izboja rajčice povećala za 40-57 %, a prinos rajčice za 15-20 %. U drugom eksperimentu fotoperiod je produljen na više od 14 sati, no rezultati nisu pokazivali značajno povećanje praćenih parametara. U eksperimentu gdje je fotoperiod produljen na 24 sata, nakon 7 tjedana pojavile su se i neke negativne posljedice poput kloroze lišća i pada prinosa.

Potaknuti napretkom tehnologije i mnogobrojnim istraživanjima o dodatnom osvjetljenju, Khoshimkhujaev i sur. (2014.) su ispitali utjecaj LED dioda valne duljine 376 nm (UV-A područje zračenja) na rast i morfološke parametre rajčice. Sadnice rajčice uzgojene su pod LED diodama valne duljine 658 nm (crveni dio spektra) uz dodatak dvije razine zračenja u UV-A području. Rezultati su pokazali značajno poboljšanje rasta i razvoja presadnica rajčice pod ovakvim osvjetljenjem. Presadnice rajčice postale su kompaktnije, rast biljnih organa je uravnotežen, a plojka lista je bila povećana kao i masa listova. Rezultati su potvrdili da dodatak ultraljubičastog osvjetljenja valne duljine 376 nm s LED diodama ima blagotvoran učinak na rast i razvoj presadnica rajčice slično kao i plava svjetlost.

2.1. Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja je bio utvrditi utjecaj LED osvjetljenja kao kombinaciju plavih i crvenih dioda i fluorescentnog osvjetljenja na klijavost sjemena mrkve i špinata.

3. MATERIJALI I METODE

Istraživanje je provedeno tijekom 2015. godine u laboratoriju za Povrćarstvo, cvjećarstvo, ljekovito i začinsko bilje Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku. Kao materijal u istraživanju je korišteno naturalno sjeme mrkve sorte Flakkee 2 (Franchi sementi, Italija) i tretirano sjeme špinata sorte Viroflay (ZKI, Mađarska) (Slika 3.). Sjeme špinata je tretirano sa sredstvom TMTD (ROYAL FLO). Odabrano sjeme udovoljavalo je sve EU standarde.



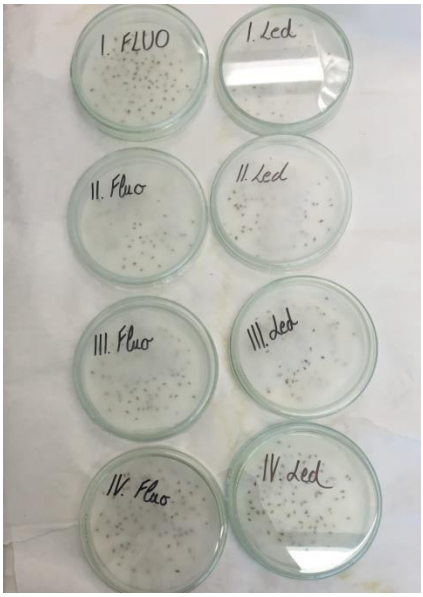
Slika 3. Sjeme korišteno u pokusu (foto original)

Klijavost sjemena obje vrste je ispitana standardnom laboratorijskom procedurom za ispitivanje klijavosti prema važećem Pravilniku (NN 04/05, 2005.). Sjeme mrkve je stavljeno je na naklijavanje 16. travnja 2015. (Slika 4.), a sjeme špinata 24. travnja 2015. godine. Prilikom postavljanja pokusa sjeme obje vrste je posijano u Petrijeve zdjelice u 4 ponavljanja sa 100 sjemenki po ponavljanju tj. Petrijevoj zdjelici (Slika 5.). Sjeme je posijano između dva filter papira i postavljeno pod LED rasvjetu i FLUO rasvjetu istovremeno. Tijekom ispitivanja klijavosti temperatura u komori je bila 25°C što je optimalna temperatura ispitivanja klijavosti za obje vrste. Nadalje, rasvjeta je bila podešena na dnevno-noćni režim rada u omjeru 16:8 sati.



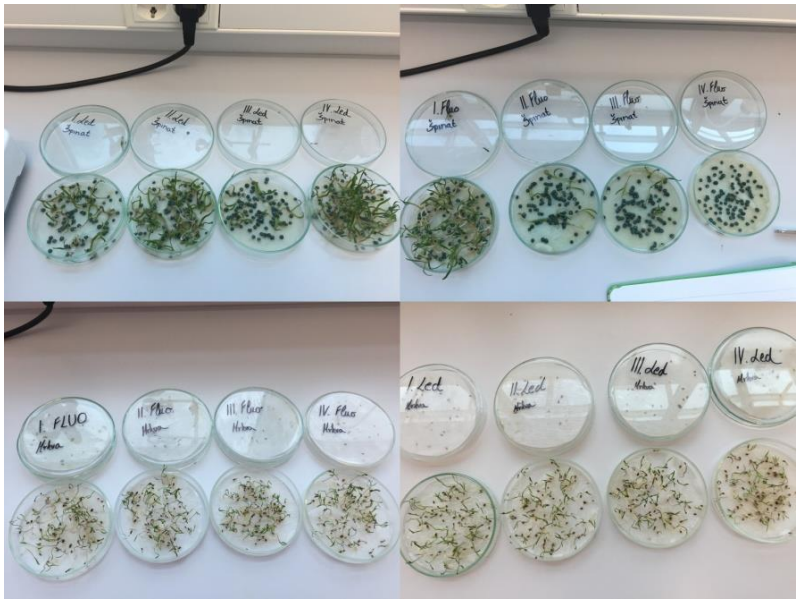
Slika 4. Prebrojane sjemenke mrkve i postavljene u Petrijeve zdjelice (foto original)

U pokusu je ukupno zasijano 16 petrijevih zdjelica od kojih je u njih osam posijano sjeme špinata, a u preostalih osam sjeme mrkve. Četiri Petrijeve zdjelice sa sjemenom mrkve i četiri zdjelice sa sjemenom špinata bile su postavljene ispod LED lampi, a preostale zdjelice su bile smještene su ispod FLUO lampi. LED lampe su bile opremljene plavim (440-460 nm) i crvenim diodama (650-670 nm) u omjeru 2:1.



Slika 5. Petrijeve zdjelice prije postavljanja pod rasvjetu (foto original)

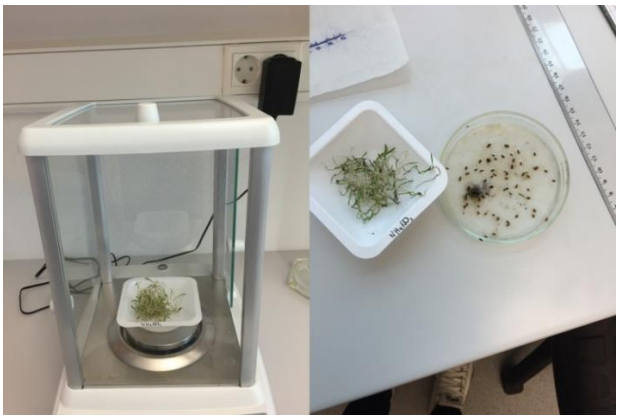
Tijekom istraživanja redovito je provođena kontrola pokusa te je po potrebi dodana vlaga kako bi se spriječilo isušivanje filter papira. Nakon 7 dana od postavljanja pokusa izmjerena je energija klijanja, a nakon 14 dana ukupna klijavost (Slika 6.). Također, nakon mjerenja klijavosti izmjerena je ukupna duljina i masa klijanaca mrkve i špinata.



Slika 6. Mjerenje klijavosti sjemena mrkve i špinata (foto original)

Masa klijanaca je izmjerena na preciznoj laboratorijskoj vagi (Kern & Sohn) gdje je izmjerena masa svih klijanaca te je izračunata prosječna masa klijanaca (Slika 7.).

Podatci su statistički obrađeni statističkim softverom SAS 9.1 (Cary, NY) te u programu Microsoft Excel 2013.



Slika 7. Vaganje i mjerenje visine klijanaca (foto original)

4. REZULTATI

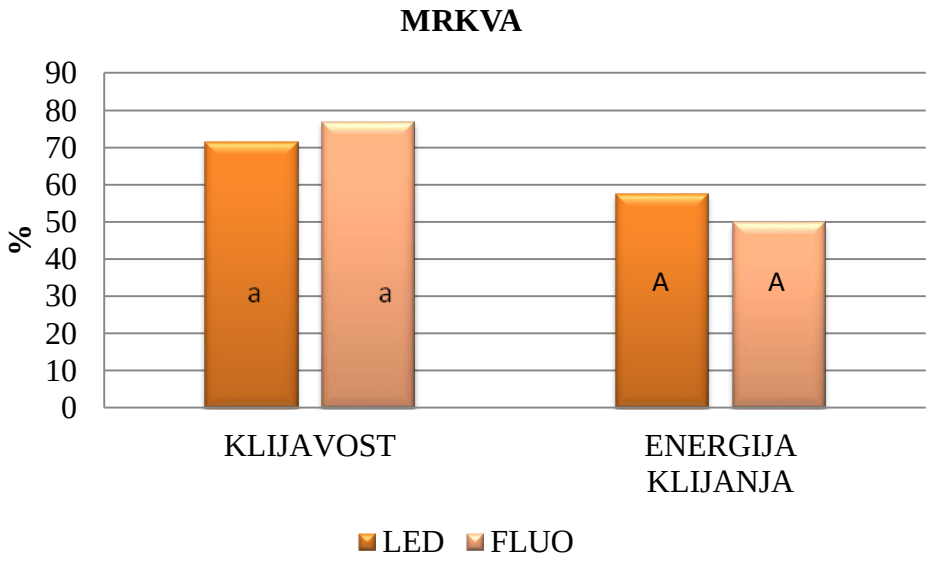
Tijekom ispitivanja klijavosti mrkve, utvrđena je prosječna klijavost od 71,5 % kod LED osvjetljenja tj. 76,75 % kod osvjetljenja s FLUO rasvjetom. Ukupan broj isklijanih sjemenki je bio 286 kod LED rasvjete tj. 307 sjemenki kod FLUO rasvjete što je vidljivo iz tablice 8. Energija klijanja (EK) je izmjerena nakon 7 dana, a bolju energiju klijanja su imale sjemenke kod LED rasvjete i to u iznosu od 57,5 % u usporedbi s EK kod FLUO rasvjete gdje je izmjerena prosječna EK od 49,75 % (Tablica 8.).

Tablica 8. Rezultati mjerenja klijavosti, energije klijanja te mase i visine klijanaca mrkve.

TRETMAN	**REPETICIJA**	**KLIJAVOST (%)**	**ENERGIJA KLIJANJA (%)**	**MASA (g)**	**VISINA (cm)**
LED	1	72	67	0,754	4,61
LED	2	77	62	0,779	4,67
LED	3	74	54	0,598	4,16
LED	4	63	47	0,560	3,71
PROSJEČNO		**71,50**	**57,50**	**0,673**	**4,29**
UKUPNO		**286**	**230**	**2,691**	**17,15**
FLUO	1	70	41	0,629	5,29
FLUO	2	76	59	0,862	5,78
FLUO	3	84	48	0,910	4,71
FLUO	4	77	51	0,848	5,72
PROSJEČNO		**76,75**	**49,75**	**0,812**	**5,38**
UKUPNO		**307**	**199**	**3,248**	**21,50**

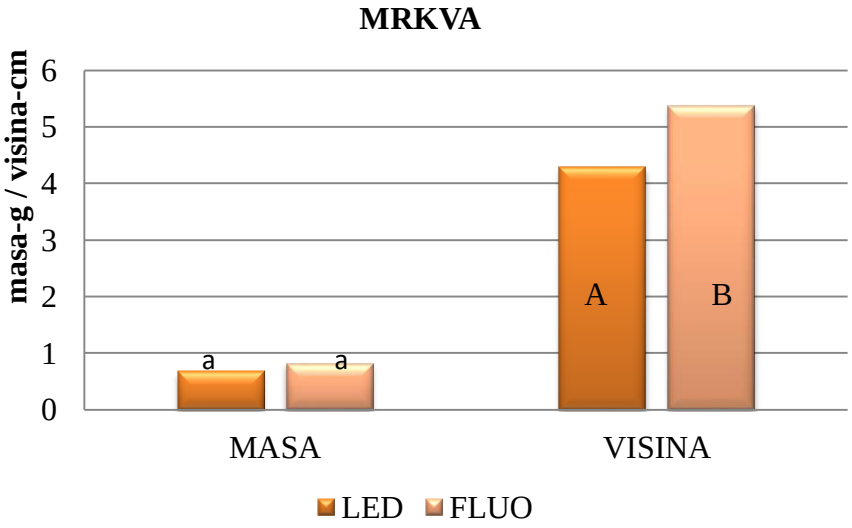
Što se tiče mase i visine klijanaca, veća prosječna visina i masa je izmjerena kod FLUO varijante (Tablica 8.).

Bez obzira na prosječne vrijednosti izmjerene tijekom istraživanja, nakon statističke obrade podataka utvrđeno je da energija klijanja i klijavost nisu bile pod značajnim utjecajem (p=0,05) vrste osvjetljenja (Grafikon 1.).



Grafikon 1. Utjecaj LED i FLUO osvjetljenja na klijavost i energiju klijanja sjemena mrkve. Vrijednosti obilježene s različitim slovima [a,b ; A,B] se značajno razlikuju prema LSD testu; *p*=0,05.

Također, masa klijanaca izmjerena kod FLUO rasvjete nije bila statistički značajno veća (*p*=0,05). Međutim, kod FLUO rasvjete je izmjerena značajno veća visina klijanaca u iznosu od 5,38 cm u usporedbi s 4,29 cm koliko je izmjereno kod klijanaca pri LED osvjetljenju (Grafikon 2.).



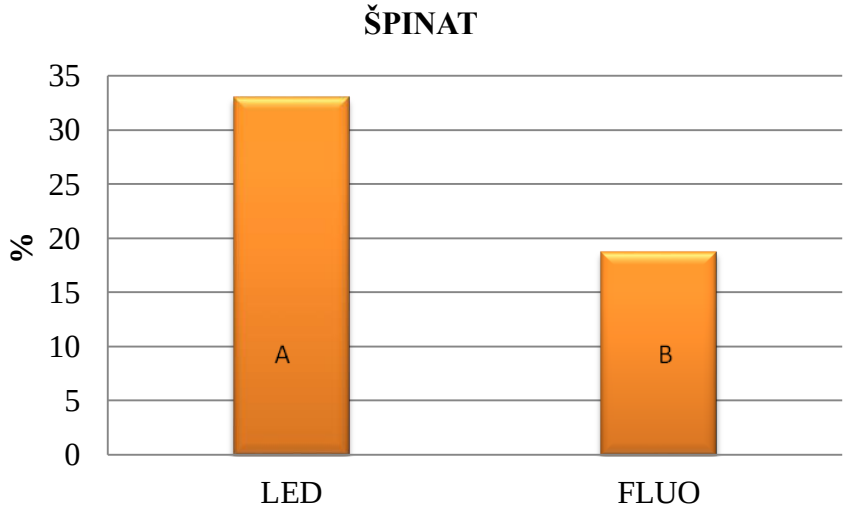
Grafikon 2. Utjecaj LED i FLUO osvjetljenja na masu i visinu klijanaca mrkve. Vrijednosti obilježene s različitim slovima [a,b ; A,B] se značajno razlikuju prema LSD testu; *p*=0,05.

Tijekom ispitivanja klijavosti špinata izmjerena je prosječna klijavost od 33 % kod LED rasvjete te 18,75 % kod FLUO rasvjete. U terminu mjerenja energije klijavosti niti jedna sjemenka nije isklijala te nema podataka o energiji klijanja što upućuje na to da je sjeme starijeg datuma proizvodnje te je zbog toga loše energije klijanja (Tablica 9.).

Tablica 9. Rezultati mjerenja klijavosti, energije klijanja, mase i visine klijanaca špinata

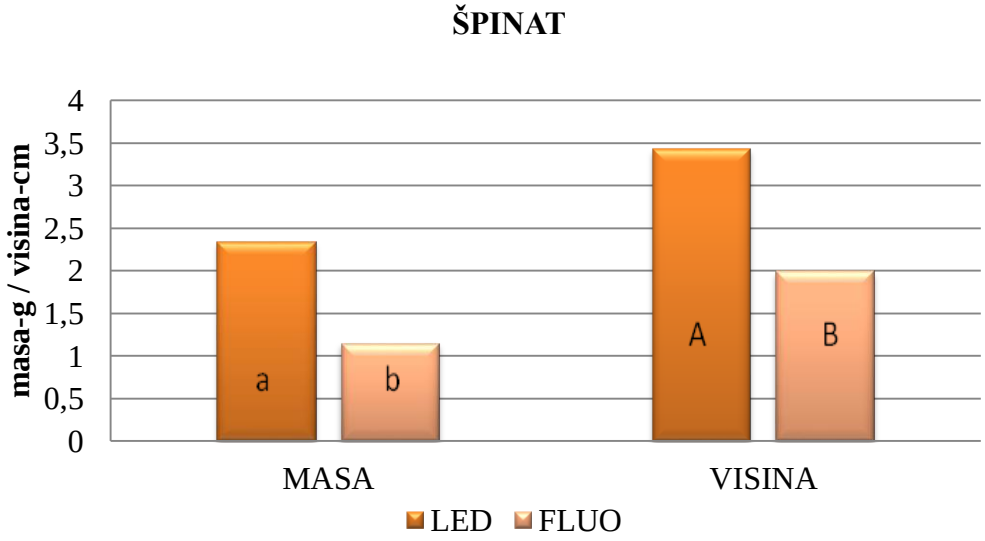
TRETMAN	**REPETICIJA**	**KLIJAVOST**	**MASA**	**VISINA**
LED	1	30	2,01	3,01
LED	2	35	2,45	3,69
LED	3	34	2,43	3,52
LED	4	33	2,45	3,50
PROSJEČNO		**33**	**2,33**	**3,43**
UKUPNO		**132**	**9,34**	**13,71**
FLUO	1	18	1,01	1,95
FLUO	2	17	1,13	2,00
FLUO	3	19	1,26	2,01
FLUO	4	21	1,19	2,02
PROSJEČNO		**18,75**	**1,15**	**1,99**
UKUPNO		**75**	**4,58**	**7,97**

Statističkom obradom podataka utvrđeno da sjeme špinata značajno bolje (p=0,05) klija pod LED rasvjetom (Grafikon 3.). Međutim, izmjerena klijavost nije bila dovoljna u usporedbi s deklariranom klijavošću koja je izražena na pakiranju u iznosu od 80 %.



Grafikon 3. Utjecaj LED i FLUO osvjetljenja na klijavost sjemena špinata. Vrijednosti obilježene s različitim slovima ^{A,B} se značajno razlikuju prema LSD testu; *p*=0,05.

Također, značajno veća (*p*=0,05) masa klijanaca špinata izmjerena je kod LED rasvjete u iznosu od 2,33 g u usporedbi s 1,15 g koliko je izmjereno kod FLUO rasvjete. Visina klijanaca je također bila pod značajnim utjecajem vrste rasvjete (P≥0,0001) te su značajno viši (*p*=0,05) klijanci u iznosu od 3,43 cm izmjereni kod LED rasvjete u usporedbi s FLUO rasvjetom (Grafikon 4.).



Grafikon 4. Utjecaj LED i FLUO osvjetljenja na masu i visinu klijanaca špinata. Vrijednosti obilježene s različitim slovima $^{a,b\ ;\ A,B}$ se značajno razlikuju prema LSD testu; *p*=0,05.

5. RASPRAVA

Rezultati su pokazali da sjeme mrkve bolje klija pod FLUO rasvjetom jer je pod LED lampama broj klijavih sjemenki bio manji, dok je kod špinata broj isklijanih sjemenki bio veći pod LED lampama. Da je sjeme špinata odličan odabir za istraživanje utjecaja dodatnog osvjetljenja, pokazuje i to da od kad su počela istraživanja na tu temu prva istraživanja bila su provedena na špinatu, salati i rajčici (Barta, 1991; Bula, 1991.).

Utjecaj LED lampi s plavim i crvenim diodama utvrđen je u istraživanju Matsuda i sur. (2004.) gdje se pokazalo da dodatno osvjetljenje povoljno i značajno utječe na koncentraciju klorofila, neto fotosintezu i ukupnu koncentraciju dušika u listovima riže što je primijećeno na klijancima špinata i mrkve koji su bili intenzivnije zelene boje što govori u prilog veće koncentracije klorofila iako nije mjerena u ovom istraživanju.

Dosadašnja istraživanja na ovu temu su raznovrsna. Još su uvijek mišljenja podijeljena o tome koji je izvor dodatnog osvjetljenja bolji za ispitivanje klijavosti, LED diode ili FLUO rasvjeta. Tako neka istraživanja provedena na Michigan State University sugeriraju kako je klijavost sjemena bolja pod LED rasvjetom, dok druge studije napravljene na Wofford College u Južnoj Karolini pokazuju da ne postoji značajna razlika između ova dva izvora dodatne svjetlosti. Međutim, rezultati ovog istraživanja pokazuju da FLUO rasvjeta može potaknuti bolji razvoj korijena u ranoj fazi rasta i razvoja biljke.

Drugi parametar koji je bio praćen u našem istraživanju bila je energija klijanja. Energija klijanja kod uzoraka mrkve pokazala je bolje rezultate pod LED rasvjetom. Međutim, bez obzira na vrstu osvjetljenja, energija klijanja kod špinata nije zabilježena.

O'Quinn i sur. (2003.) istraživali su razliku u klijanju sjemenki i razvoju korijena uročnjaka pod LED i FLUO lampama. Rezultati istraživanja pokazali su da klijavost ne pokazuje značajne razlike s obzirom na različiti izvor svjetlosti, no rast korijena pokazao se bolji pod fluorescentnom rasvjetom.

Meislik (1998; http://www.bonsaihunk.us/info/LEDvsFluoresc.html) je postavio pokus s uzorkom sjemenja različitog povrća i ljekovitog bilja koje je podvrgnuo različitim izvorima svjetlosti i to LED i FLUO lampama. Period u kojem je sjeme bilo pod lampama trajao je 4,5 tjedna. Rezultati istraživanja su pokazali da su biljke pod FLUO lampama jače, izraženijih boja te imaju više lišća što je suprotno rezultatima i zapažanjima u našem

istraživanju s mrkvom i špinatom. Jedna specifična sorta graška pokazala je kompaktniji izgled i izrazito deblju stabljiku. Međutim, pojedine biljne vrste iz nepoznatog razloga nisu niknule pod FLUO rasvjetom.

Istraživanja povezana s biomasom i LED lampama provodili su Stutte i sur. (2009.). Utvrdili su značajno povećanje ukupne biomase i elongacije lista crvenolisne salate pod utjecajem LED dioda daleko crvenog spektra svjetlosti. Međutim, došlo je do smanjene koncentracije antocijanina i ukupne antioksidativne aktivnosti.

Rezultati postavljenog pokusa pokazuju da je masa sjemenki mrkve veća pod FLUO rasvjetom, ali ne značajno, dok su za špinat rezultati u potpunosti drugačiji te je masa sjemenki špinata bitno veća pod LED lampama. Također, u istraživanju Muneer i sur. (2014.) pokazalo se da LED diode plavog spektra imaju pozitivan utjecaj na ukupnu biomasu salate i fotosintezu u usporedbi s FLUO rasvjetom.

Pozitivan učinak plave svjetlosti, aktivirajući citokrom sustav i poklapajući se sa spektrom apsorpcije klorofila i karotenoida utvrđen je kod morfoloških osobina, rasta i fotosinteze pojedinih vrsta lisnatog povrća (Yanagi i sur., 1996.) što je primijećeno u ovom istraživanje gdje su masa i visina klijanaca špinata bile značajno veće pod LED rasvjetom (Grafikon 4.).

Utjecaj različitih valnih duljina LED dioda na rast i razvoj presadnica krastavaca, rajčice i paprike pratili su Samouliene i sur. (2012.). LED diode valne duljine 505 nm pozitivno su utjecale na povećanje lisne površine, svježe i suhe mase listova te koncentraciju klorofila kod svih ispitivanih vrsta.

Dorais (2003.) je u svom istraživanju proučavala utjecaj dodatnog osvjetljenja na duljinu stabljike, rezultati 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 može povezati s rezultatima visine klijanaca mrkve koji su bili značajno viši pod FLUO rasvjetom, ali je istovremeno primijećeno da su znatno svijetlije zelene boje što može ukazivati na manju koncentraciju klorofila.

6.ZAKLJUČAK

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj LED i FLUO osvjetljenja na klijavost, energiju klijanja, masu i visinu klijanaca špinata i mrkve.

Nakon provedenog pokusa i obrađenih rezultata, doneseni su sljedeći zaključci:

1. Energija klijanja mrkve pod LED osvjetljenjem bila je veća za 7,25 % nego pod FLUO osvjetljenjem, dok je klijavost pod FLUO osvjetljenjem bila veća za 5,25 %. Na temelju ovih rezultata možemo zaključiti da LED osvjetljenje nema značajne prednosti pri ispitivanju klijavosti i energije klijanja mrkve u usporedbi s FLUO osvjetljenjem.

2. Veća masa i dužina klijanaca kod mrkve izmjerena je kod FLUO osvjetljenja. Za 0,139 g veću masu imali su klijanci pod FLUO osvjetljenjem te su bili prosječno 1,10 cm duži pod istim osvjetljenjem. Oba parametra su bila značajno veća u usporedbi s vrijednostima izmjerenim pod LED osvjetljenjem.

3. Klijavost špinata pod LED osvjetljenjem je bila značajno veća, i to za 15 % nego pod FLUO osvjetljenjem te prednost pri ispitivanju klijavosti špinata treba dati LED osvjetljenju.

4. Masa i dužina klijanaca špinata je bila značajno veća pod LED osvjetljenjem. Masa sjemenki pod LED osvjetljenjem bila je veća za 1,19 g, a klijanci su bili duži za 1,44 cm.

5. Na temelju ovih rezultata može se uočiti da LED osvjetljenje nema značajan utjecaj na klijavost, energiju klijanja, masu i dužinu klijanaca kod mrkve, dok kod špinata LED osvjetljenje značajno utječe na sve mjerene parametre povećavajući ukupnu klijavost te masu i visinu klijanaca što ukazuje na pozitivan utjecaj LED osvjetljenja kod ispitivanja klijavosti špinata.

7. POPIS LITERATURE

1. Lešić, R., Borović , J., Buturac, I., Ćustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2002): Povrćarstvo, Zrinski d.d., Čakovec.
2. Matotan, Z. (2004): Suvremena proizvodnja povrća, Globus, Zagreb
3. Parađiković, N. (2009): Opće i specijalno povrćarstvo, Poljoprivredni fakultet Osijek.
4. Barta, D.J., T.W. Tibbitts, R.J. Bula, Morrow. R.C. (1992): Evaluation of light emitting diode characteristics for a space based plant irradiation source. *Advances in Space Research* 12:141– 149.
5. Basoccu, L. and Nicola, S. (1995): Supplementary light and pretransplant nitrogen effects on tomato seeding growth and yield. *Acta Horticulturae* 396:313-320
6. Brazaityte, A., Duchovskis, P., Urbanovičiute, A., Samouliene, G., Jankauskiene, J., Sakalauskaite, J., Šabajeviene, G., Sirtautas, R., Novičkovas, A. (2010): The effect of light-emitting diodes lighting on the growth of tomato transplants. *Zemdirbyste-Agriculture* 97(2): 89-98.
7. Bula, R.J., Morrow R.C., Tibbitts T.W., Barta D.J., Ignatius R.W. and Martin T.S. (1991): Light emitting diodes as a radiation source for plants. *HortScience* 26: 203–205.
8. Demers, D.A., Dorais, M., Wien, C.H., Gosselin, A. (1998): Effect of supplemental light duration on greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) plants and fruit yields. *Scientia Horticulturae* 74(4):295-306.
9. 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.
10. Fierro, A., Tremblay, N., Gosselin A. (1994): Supplemental Carbon Dioxide and Light Improved Tomato and Pepper Seedling Growth and Yield. *HortScience* 29(3): 152-154.
11. Gajc-Wolska, J., Kowalczyk, K., Metera, A., Mazur, K., Bujalski, D., Hemka, L. (2013): Effect of supplementary lighting on selected physiological parameters and yielding of tomato plants. *Folia Horticulturae* 25(2): 153-159.

12. O'Quinn, K., Arant, M., Ball, J., White, T.J. (2003): Effects of LED and Fluorescent Lights on Root Growth of Arabidopsis. Wofford College, Spartanburg, SC 29303.
13. Khoshimkhujaev, B., Kwon, K.J., Park, K., Choi, G.H., Lee, Y.A. (2014): Effect of monochromatic UV-A LED irradiation on the growth of tomato seedlings. *Horticulture, Environment, and Biotechnology* 55(4): 287-292.
14. Klamkowski, K., Treder,W., Wójcik, K., Puternicki, A., Lisak, E.,(2014): Influence of supplementary lighting on growth and photosynthetic activity of tomato transplants. DOI: http://dx.medra.org/10.14597/infraeco.2014.4.3.103
15. Matsuda R., Ohashi-Kaneko K., Fujiwara K., Goto E., Kurata K. (2004): Photosynthetic characteristic of rice leaves grown under red light with or without supplemental blue light. *Plant Cell Physiology* 45: 1870-1874.
16. Muneer, S., Kim, E.J., Park, J.S., Lee, J.H. (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: 4657-4670.
17. Olle, M. and Viršilė, A. (2013): The effects of light-emitting diode lighting on greenhouse plant growth and quality. *Agricultural and food science* 22: 223–234.
18. Samuolienė, G., Brazaitytė, A., Duchovskis, P., Viršilė, A., Jankauskienė, J., Sirtautas, R., Novičkovas, A., Sakalauskienė , S. and Sakalauskaitė, J. (2012): Cultivation of vegetable transplants using solid-state lamps for the short-wavelength supplementary lighting in greenhouses. *Acta Horticulturae* 952: 885-892.
19. Singh, D., Basu, C., Meinhardt-Wollweber, M., Roth, B. (2014): LEDs for Energy Efficient Greenhouse Lighting. Hannover Centre for Optical Technologies, Nienburger Str. 17, 30167 Hannover, Germany.
20. Stutte, G.W., Edney, S., Skeritt, T. (2009): Photoregulation of bioprotectantcontent of red leaves lettuce with light-emitting diodes. *HortScience* 94: 79-92.
21. 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: 117-122.

Internet

1. http://www.agroklub.com/sortna-lista/povrce/mrkva-164/ (Datum pristupanja 10.09.2015.)
2. http://www.agroklub.com/sortna-lista/povrce/spinat-183/ (Datum pristupanja 11.09.2015.)
3. Meislik, J., (2007): LED Grow Lights Compared To Fluorescent Lights - Part 1. http://www.bonsaihunk.us/info/LEDvsFluoresc.html (Datum pristupanja 11.09.2015.)

8. SAŽETAK

Cilj ovog istraživanja bilo je utvrditi utjecaj LED rasvjete i fluorescentne rasvjete na klijavost, energiju klijanja, kao i na masu i visinu klijanaca . U ovom pokusu korišteno je sjeme mrkve (Flakke 2) i sjeme špinata (Viroflay). Klijanje i energija klijanja ispitani su pomoću standardnog laboratorijskog postupka. Masa i visina klijanaca zabilježeni su na kraju testiranja klijanja. Statistička analiza podataka pokazala je da FLUO rasvjeta znatno povećala visinu klijanaca mrkve. Međutim, LED rasvjeta je znatno povećala klijanje, masu klijanaca i visinu kod špinata. Dakle, može se zaključiti da su različite vrste rasvjete manje ili više pogodne za različiti uzgoj povrća. Sukladno rezultatima, LED rasvjeta može se preporučiti kao izvor svjetlosti za sporo klijajuće sjeme kao kod špinata.

Ključne riječi: mrkva, špinat, klijavost, energija klijanja, masa klijanaca, visina klijanaca, fluorescentna rasvjeta, LED rasvjeta

9. SUMMARY

The aim of this study was to determine the influence of LED lighting and fluorescent lighting on germination, germination energy as well as on seedlings fresh mass and height. In this trial the carrot (cv. Flakke 2) and spinach seeds (cv. Viroflay) were used. Germination and germination energy were tested using standard laboratory procedure. Seedlings mass and height were recorded at the end of germination testing. Statistical analysis of data showed that FLUO lighting significantly increased carrot seedlings height. However, LED lighting significantly increased germination, seedlings mass and height in spinach. Therefore, it can be concluded that different types of lighting are more or less suitable for different vegetable specie. Also, according to these results, LED lighting can be advised to have as a light source when testing slow germinating seeds like spinach.

Key words: carrot, spinach, germination, germination energy, seedlings weight, seedlings height, fluorescent lighting, LED lighting

10. POPIS TABLICA

Redni broj	Naziv tablice i izvor	Str.
Tablica 1.	Hibridi mrkve (Matotan, 2004.).	5
Tablica 2.	Hibridi špinata (Matotan, 2004.).	9
Tablica 3.	Sadržaj vitamina u mg u 100 grama sviježe mrkve (Izvor: Lešić i sur. 2002.).	16
Tablica 4.	Sastav hranjivih sastojaka u svježem očišćenom korijenu u % (Izvor: Lešić i sur. 2002.).	17
Tablica 5.	Hranidbena vrijednost špinata iz njegovog sastava u postotku jestivog dijela (Izvor: Lešić i sur. 2002.).	18
Tablica 6.	Minerali u mg/100g svježeg lišća špinata (Izvor: Lešić i sur. 2002.).	18
Tablica 7.	Zastupljenost glavnih vitamina u mg/100g svježeg lišća špinata (Izvor: Lešić i sur. 2002.).	18
Tablica 8.	Rezultati mjerenja klijavosti, energije klijanja te mase i visine klijanaca mrkve	25
Tablica 9.	Rezultati mjerenja klijavosti, energije klijanja, mase i visine klijanaca špinata	27

11. POPIS SLIKA

Redni broj	Naziv slike	Str.
Slika 1.	Tipovi mrkve: 1.Pariška tržna, 2.Amsterdam, 3.Nantes, 4.Chantenay, 5.Berlicum, 6. i 7. Flaker	4
Slika 2.	Oblici lista špinata (Lešić i sur., 2002.).	8
Slika 3.	Sjeme korišteno u pokusu (foto original)	22
Slika 4.	Prebrojane sjemenke mrkve i postavljene u Petrijeve zdjelice (foto original)	23
Slika 5.	Petrijeve zdjelice prije postavljanja pod rasvjetu (foto original)	23
Slika 6.	Mjerenje klijavosti sjemena mrkve i špinata (foto original)	24
Slika 7.	Vaganje i mjerenje visine klijanaca (foto original)	24

12.POPIS GRAFIKONA

Broj grafikona	Naziv grafikona	Str.
Grafikon 1.	Utjecaj LED i FLUO osvjetljenja na klijavost i energiju klijanja sjemena mrkve. Vrijednosti obilježene s različitim slovima $^{a,b\,;\,A,B}$ se značajno razlikuju prema LSD testu; p=0,05.	26
Grafikon 2.	Utjecaj LED i FLUO osvjetljenja na masu i visinu klijanaca mrkve. Vrijednosti obilježene s različitim slovima $^{a,b\,;\,A,B}$ se značajno razlikuju prema LSD testu; p=0,05.	26
Grafikon 3.	Utjecaj LED i FLUO osvjetljenja na klijavost sjemena špinata. Vrijednosti obilježene s različitim slovima ^{A,B} se značajno razlikuju prema LSD testu; p=0,05	28
Grafikon 4.	Utjecaj LED i FLUO osvjetljenja na masu i visinu klijanaca špinata. Vrijednosti obilježene s različitim slovima $^{a,b\,;\,A,B}$ se značajno razlikuju prema LSD testu; p=0,05.	28

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku **Diplomski rad**

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Sveučilišni diplomski studij, smjer biljna proizvodnja

Utjecaj LED osvjetljenja na klijavost mrkve i špinata

Marina Vrdoljak

Sažetak: Cilj ovog istraživanja bilo je utvrditi utjecaj LED rasvjete i fluorescentne rasvjete na klijavost, energiju klijanja, kao i na masu i visinu klijanaca . U ovom pokusu korišteno je sjeme mrkve (Flakke 2) i sjeme špinata (Viroflay). Klijanje i energija klijanja ispitani su pomoću standardnog laboratorijskog postupka. Masa i visina klijanaca zabilježeni su na kraju testiranja klijanja. Statistička analiza podataka pokazala je da FLUO rasvjeta znatno povećala visinu klijanaca mrkve. Međutim, LED rasvjeta je znatno povećala klijanje, masu klijanaca i visinu kod špinata. Dakle, može se zaključiti da su različite vrste rasvjete manje ili više pogodne za različiti uzgoj povrća. Sukladno rezultatima, LED rasvjeta može se preporučiti kao izvor svjetlosti za sporo klijajuće sjeme kao kod špinata.

Rad je izrađen pri: Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Mentor: doc.dr.sc. Tomislav Vinković

Broj stranica: 41

Broj grafikona i slika: 11

Broj tablica: 9

Broj literaturnih navoda: 24

Broj priloga: 0

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: mrkva, špinat, klijavost, energija klijanja, masa klijanaca, visina klijanaca, fluorescentna rasvjeta, LED rasvjeta

Datum obrane: 06. studenog, 2015. godine

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. doc. dr. sc. Miroslav Lisjak, predsjednik
2. doc. dr. sc. Tomislav Vinković, mentor
3. prof. dr. sc. Nada Parađiković, član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek **Graduate thesis**

Faculty of Agriculture

University Graduate Studies, Plant Production

INFLUENCE OF LED LIGHTING ON GERMINATION OF CARROT AND SPINACH

Marina Vrdoljak

Abstract:

The aim of this study was to determine the influence of LED lighting and fluorescent lighting on germination, germination energy as well as on seedlings fresh weight and height. In this trial the carrot (cv. Flakke 2) and spinach seeds (cv. Viroflay) were used. Germination and germination energy were tested using standard laboratory procedure. Seedlings weight and height were recorded at the end of germination testing. Statistical analysis of data showed that FLUO lighting significantly increased carrot seedlings height. However, LED lighting significantly increased germination, seedlings weight and height in spinach. Therefore, it can be concluded that different types of lighting are more or less suitable for different vegetable specie. Also, according to these results, LED lighting can be advised to have as a light source when testing slow germinating seeds like in spinach.

Thesis performed at: Faculty of agriculture in Osijek

Mentor: doc. dr. sc. Tomislav Vinković

Number of pages: 41

Number of figures and graphs: 11

Number of tables: 9

Number of references: 24

Number of appendices: 0

Original in: Croatian

Keywords: carrot, spinach, germination, germination energy, seedlings weight, seedlings height, fluorescent lighting, LED lighting

Thesis defended on day: 6th November 2015.

Reviewers:

1. doc. dr. sc. Miroslav Lisjak, president
2. doc. dr. sc. Tomislav Vinković, mentor
3. prof. dr. sc. Nada Parađiković, member

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1