HIDROPONSKI UZGOJ SALATE U LUXAR AG d.d., ZAPREŠIĆ

Krmpotić, Jakov

Master's thesis / Diplomski rad

2013

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:312931

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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

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

Jakov Krmpotić
Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo
Smjer: Ishrana bilja i tloznanstvo

HIDROPONSKI UZGOJ SALATE U LUXAR AG d.d., ZAPREŠIĆ

Diplomski rad

Osijek, 2012.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Jakov Krmpotić
Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo
Smjer: Ishrana bilja i tloznanstvo

HIDROPONSKI UZGOJ SALATE U LUXAR AG d.d., ZAPREŠIĆ

Diplomski rad

Osijek, 2012.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Jakov Krmpotić
Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo
Smjer: Ishrana bilja i tloznanstvo

HIDROPONSKI UZGOJ SALATE U LUXAR AG d.d., ZAPREŠIĆ

Diplomski rad

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. Dr.sc. Tomislav Vinković - predsjednik i član
2. Prof.dr.sc. Nada Parađiković - voditelj i član
3. Prof.dr.sc. Jasenka Ćosić - član

Osijek, 2012.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
1.1. Hidroponski uzgoj 1
2. PREGLED LITERATURE 1
2.1. Salata (*Lactuca sativa* L.) 1
2.1.1. Morfološka svojstva salate 2
2.1.2. Gnojidba 2
2.1.3. Sjeme salate 4
2.1.4. Uzgoj presadnica 5
2.1.5. Optimalni uvjeti za razvoj salate 6
2.1.6. Štetnici i bolesti salate 6
2.1.7. Proizvodnja u hidroponu 7
2.2. Mikroklima zaštićenog prostora (plastenik) 8
2.2.2. Vlažnost zraka i kvaliteta zraka 10
2.3.1. Sustavi za opskrbu vodom i ishranu (hranjiva otopina) 11
2.3.2. Sustavi za zagrijavanje i provjetravanje 12
3. CILJ ISTRAŽIVANJA 12
4. METODE I MATERIJALI 12
4.1. Proizvodnja salate u Luxar AG 13
4.1.1. Razmnožavanje salate u Luxar AG 13
4.1.2. Uzgoj presadnica salate u Luxar AG 14
4.1.3. Uvjeti uzgoja salate u Luxar AG 17
4.1.5. Proizvodni ciklus salate u hidroponu Luxar AG 24
4.1.6. Berba, skladištenje i prinos salate u Luxar AG 27
4.1.7. Sustavi za zagrijavanje vode u hidroponu Luxar AG 28
5. REZULTATI S RASPRAVOM 28
6. ZAKLJUČAK 32
7. LITERATURA 33
8. POPIS SLIKA 35
9. POPIS TABLICA I GRAFIKONA 36
10. SAŽETAK 37
11. ABSTRACT 37
12. TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA 38
13. BASIC DOCUMENT CARD 40

1. UVOD

1.1 Hidroponski uzgoj

Hidroponski uzgoj je inovativna tehnika uzgoja „bez tla“, a odvija se u grijanom zaštićenom prostoru (plasteniku ili stakleniku), što omogućuje uzgoj tijekom cijele godine. Najčešće uzgajane kulture na ovaj način su rajčica, paprika, krastavac, salata, radić, kupus i špinat. U hidroponskim sustavima nema plodoreda niti sterilizacije tla. Biljke nemaju dodir sa bolestima i štetnicima iz tla pa se troši manje zaštitnih sredstava. Manje je i onečišćenje okoliša jer je sistem zatvoren i višak hranjive otopine se skuplja u spremnik. Sve biljkama potrebne komponente se kontrolirano dodaju prema potrebama kulture, a time se troši manje vode i hranjiva te je rast biljaka kvalitetniji i brži. Izostavljena je obrada tla i utrošak ljudskog rada. Kulture se mogu uzgajati na prostorima gdje je tlo do sada bio ograničavajući faktor. Ova tehnika obuhvaća uzgoj u čvrstoj i tekućoj sredini te u aerosolu. Nedostatak hidroponskog uzgoja je visoko početno ulaganje.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Salata (*Lactuca sativa* L.)

Salata pripada skupni lisnatog povrća iz porodice glavočika (*Asteraceae* syn. *Compositae*). Uglavnom se uzgaja zbog listova koji se upotrebljavaju u prehrani. Salata se konzumira svježa, sirova (bez termičke obrade) i kao prilog (salata).

DYCOTYLEDONEAE; Porodica glavočike (*Asteraceae syn. Compositae*)

Lactuca sativa L. – salata

2.1.1. Morfološka svojstva salate

Obzirom da je salata jednogodišnja zeljasta biljka, masa korijena je smještena u površinskom sloju tla te iz glavnog korijena izbijaju korjenove dlačice prvog i drugog reda. Korijen salate je mesnat, vretenast i razgranat, a promjerom odgovara promjeru rozete. Stabljika se sastoji od nodija i internodija koji su u prvoj godini vegetacije jako skraćeni, a u drugoj se produžuju do 1.2 m. U generativnoj fazi na izduženoj stabljici nalaze se brojne grane i grančice na kojima se razvijaju cvatovi. Cvat salate je glavica (porodica glavočike). U svakom cvatu nalazi se oko 15 dvospolnih jezičastih cvjetova žute boje. Kod salate prevladava samooplodnja, a posjećuju je i kukci pa je moguća i stranooplodnja što u hidroponskom sustavima i općenito u plasteničkom uzgoju nije od velikog značaja. Jednosjemeni plod je roška (ahenij) s papusom koji pri doradi otpada. 1000 sjemenki može težiti 0,8-1,2g. Cvjetovi glavočika su skupljeni u glavicama koja je obavijena pricvjetnim listovima (Parađiković, 2009.). Lišće je sijedeće, ovalno i okruglo, više ili manje nazubljeno što ovisi o sorti salate. Lišće je formirano u rozetu a oblik, struktura i boja lišća jako varira s obzirom da se tokom dugogodišnjeg oplemenjivanja razvilo više varijeteta.

2.1.2. Gnojidba

Mineralne tvari u biljci su nužan, a ne slučajan sastojak. Biljke za život zahtijevaju 10 elemenata: C,O,H,N,P,S,K,Ca,Mg i Fe od kojih C,O,H potječu iz zraka. Biljne vrste zahtijevaju različitu količinu hraniva (Vukadinović i Lončarić, 1997.). Za proizvodnju salate visoke kvalitete, a sukladno tome i za odabir vrste, doziranje potrebne količine i primjenu gnojiva neophodno je u obzir uzeti odlike karakteristične za uzgoj salate. Salata je biljka koja nema velike zahtjeve za toplinom, osjetljiva je na nisku pH vrijednost i ima malu masu korijena. Dvije trećine mase formira se u posljednjoj trećini perioda uzgoja, a u tom periodu zahtijeva i dodavanje najviše dušika. Na temelju nekih istraživanja gnojidba salate u odnosu na uzgoj u kontroliranim uvjetima ne rezultira značajnim razlikama u fizičkim karakteristikama salate kao što su broj listova, veličina glavice, težina svježe ili suhe glavice (Khae i Arvanitoyannis ,2003.). Drugi autori utvrdili su da dodavanje potrebnih makro i mikro elemenata ipak ima pozitivan učinak na konačni prinos (veličina i težina glavice) i kvalitetu salate tako da ona postaje bogatija hranjivim tvarima za ljudski organizam (El-Abagy i sur., 2012.). Optimalna kombinacija elemenata koji se doziraju gnojivima vrlo je važna za uzgoj salate, tako da će izbor

preparata utjecati na konačni prinos (Tablica 1.). Potrebe salate za makro i mikro elementima razlikuju se ovisno o fazi rasta biljke tako da će i doziranje preparata biti određeno fazom rasta (Tablica 2., preporuka jednog od vodećih proizvođača gnojiva Haife za uzgoj salate).

U gnojivu Multi-K kalij se nalazi u nitratnom obliku. To je najbrži oblik kalija, kojeg biljka lako usvoji i zatim transportira kroz svoj provodni sustav. MAP (mono-amonijev fosfat) je potpuno vodotopivo gnojivo s velikim izvorom fosfora za primjenu kroz sistem ili za folijarnu primjenu kod svih biljaka.

Tablica 1. Makro i mikro elementi u hranjivima

Formula	Ime	Mol. Masa	Elementi koje biljka crpi	Trošak	Omjer s vodom
MAKROELEMENTI					
KNO_3	Kalijev nitrat	101,1	K^+, NO_3-	Nizak	1:4
$Ca(NO_3)_2$	Kalcijev nitrat	164,1	Ca^{++}, $2(NO_3$-)	Nizak	1:1
$(NH_4)2SO_4$	Amonijev sulfat	132,2	$2(NH_4^+)$, SO_4-	Srednji	1:2
$NH_4H_2PO_4$	Amonijev dihidrogen fosfat	115	NH_4^+, H_2PO_4-	Srednji	1:4
NH_4NO_3	Amonijev nitrat	80,05	NH_4^+, NO_3-	Srednji	1:1
$(NH_4)2HPO_4$	Amonijev mono-hidrogen fosfat	132,1	$2(NH_4^+)$, HPO_4-	Srednji	1:2
KH_2PO_4	Mono-kalijev fosfat	136,1	K^+, H_2PO_4-	Vrlo visok	1:3
KCl	Kalijev klorid	74,55	K^+, Cl-	Visok	1:3
K_2SO_4	Kalijev sulfat	174,3	$2K^+$, SO_4-	Nizak	1:15
$Ca(H_2PO_4)2H_2O$	Monokalcijev fosfat	252,1	Ca^{++},$2(H_2PO_4$-)	Nizak	1:60
$CaCl_2*6H_2O$	Kalcijev klorid	219,1	Ca^{++}, 2Cl-	Visok	1:1
$MgSO_4*7H_2O$	Magnezijev sulfat	246,5	Mg^{++}, SO_4-	Nizak	1:2
MIKROELEMENTI					
$FeSO_4*7H_2O$	Željezov sulfat	278	Fe^{++}, SO_4-		1:4
H_3BO_3	Borova kiselina	61,8	B^{+++}	Visok	1:20
$CuSO_4*5H_2O$	Bakrov sulfat	249,7	Cu^{++}, SO_4-	Nizak	1:5
$MnSO_4*4H_2O$	Manganov sulfat	223,1	Mn^{++}, SO_4-	Nizak	1:2
$ZnCl_2$	Cinkov klorid	136,3	Zn^{++}, 2Cl-	Nizak	1:1,5
$(NH_4)6Mo_7O_{24}$	Amonijev molibdat	1163,9	NH_4^+, Mo^{+6}	Srednji	1:2,3

Tablica 2. Potreba salate za makroelementima po fazama razvoja

Faza rasta (dani)	Potražnja za elementima			Preporuke - Haifa		
	N	**P2O5**	**K2O**	**Multi - K**	**MAP**	**AN**
0-15	0,5	0,4	0,9	2,4	0,7	0,3
16-30	1,0	0,6	1,8	3,9	1,0	1,1
31-45	2,0	0,8	3,6	7,8	1,3	2,4
46-65	0,5	0,2	1,0	2,2	0,3	0,5

Na Sveučilištu Cornell u kontroliranim uvjetima provedena su istraživanja na salati u hidroponskom uzgoju te je otkriveno da je usvajanje nitrata kompleksan fenomen koji se može mijenjati ovisno o fazi rasta, razini svijetlosti i biljnom stresu. U pravilu veće biljke intenzivnije usvajaju nitrate (Wheeler i suradnici, 1998.). Na istom sveučilištu znanstvenici su kvantificirali sadržaj nitrata u 26 vrsta povrća te su ustvrdili da su više koncentracije u lisnatom povrću nego u korjenastom (Santamaria i suradnici, 1999.). U istraživačkom radu na Sveučilištu Cornell razvijen je matematički model pod nazivom NICOLET (Nitrate COntrol LETuce) koji služi za predviđanje rasta salate i usvajanje nitrata, a kako bi mogli izbjeći ekstremno visoku koncentraciju nitrata u biljkama. Ovim postignućem napravljen je prvi korak u stvaranju sustava za praćenje koncentracije nitrata u stvarnom vremenu. Ovo rješenje omogućuje prikupljanje informacija o zdravstvenom stanju usjeva u sklopu hidroponskih sustava, te omogućuje rano prikupljanje informacija o eventualnim odstupanjima od optimalnih uzgojnih uvjeta koje bi prouzročiti negativne posljedice za razvoj biljaka (Mathieu i suradnici, 2006.).

2.1.3. Sjeme salate

Suvremeni uzgoj salate zahtijeva kvalitetno sjeme. U zadnjih 20 godina prednost dobiva peletirano u odnosu na golo sjeme. Uporaba peletiranog sjemena rezultirala je lakšom i preciznijom sjetvom. Klijanje peletiranog sjemena je preko 95%, zato SP brže klije, niče, i biljke imaju brži porast. Peletiranjem se proširuje optimalan raspon temperatura za klijanje i nicanje. Ono ponekad uključuje postupak kojim se sjeme najprije navlaži, a potom suši s ciljem da se ubrza proces klijanja i nicanja. (Parađiković, 2009.). Sjeme bi trebalo kupovati iz velikih komercijalnih serija te dobavljač treba dostaviti postotak klijavosti. Kasna pojava klice nije

dobra jer će te biljke zaostajati za drugima. Sjeme treba zasijati na odgovarajuće razmake kako ne bi došlo do prekomjernog izduživanja i da susjedne biljke ne stvaraju sijenu za druge.

2.1.4. Uzgoj presadnica

Svijetlost je potrebna za klijanje pojedinih vrsta sjemena, ali ne i u slučaju salate. Nakon pojave klice sadnice bi trebalo postaviti u prostor s dovoljno svjetlosti radi sprečavanja naglog izduživanja mladih biljaka. Ako se koristi dodatna rasvjeta ponekad je potrebno odmicanje mladih biljaka od direktnog zračenja topline generirane od svjetlosnih tijela. U prostoru u kojemu se uzgajaju presadnice poželjno je korištenje malo viših temperatura od optimalnih temperatura za uzgoj salate jer će to ubrzati razvoj presadnica. Pri uzgoju presadnica treba se pridržavati preporuka proizvođača za svaku vrstu sjemena te se pridržavati i preporuka za vlagu. Nužno je konstantno praćenje vlažnosti supstrata kako ne bi zbog visoke ili nedovoljne vlage došlo do propusta u razvoju presadnica. Uzgoj salate iz presadnica ima prednost pred izravnom sjetvom (koja se gotovo i ne prakticira) jer je na taj način omogućeno planiranje slijeda berbi, a i samo razdoblje berbe se produžuje. Presadnice se uzgajaju u zaštićenim prostorima. Pri transplataciji presadnica nagli prelazak na uvjete u plasteniku gdje su biljke izložene jačem intenzitetu dnevnog svijetla može izazvati biljni stres. Jedna je strategija presaditi mlade biljke tako da su izložene promjenama što ranijim razvojnim fazama. Optimalno vrijeme za presađivanje ovisi o sjetvenoj metodi koja je korištena te koja je slijedeća faza razvoja. Često su biljke transplatirane u fazi kotiledona, a biljke koje su zasijane u čepovima ili kockama kamene vune često se presađuju nakon što su razvile prvi pravi list (Albright, 2011.).

MIKROKILMATSKI UVJETI ZA RAZVOJ PRESADNICA – Temperatura zraka u zaštićenom prostoru se do nicanja održava na 20°C (u razdoblju od 3-5 dana) nakon nicanja temperatura se smanjuje na 10 – 15°C. U ljetnom periodu kad su temperature visoke kontejneri se do nicanja drže u hladnijim prostorijama (oko 15°C) kako bi se izbjegla termodormantnost sjemena.

2.1.5. Optimalni uvjeti za razvoj salate

Salata je biljka blage klime. Optimalne temperature u vegetativnoj fazi razvoja za razvoj glavice ili rozete su od 12-20°C. Za klijanje minimalne temperature su od 2-5°C, a optimalne 15-20°C pri kojim salata niče već za 3-5 dana. Temperature iznad 25°C izazivaju sekundarnu dormantnost koja smanjuje klijanje normalno klijavog sjemena za više 50% (ovisno o kultivaru). Iznad 30°C većina kultivara ne niče, a klijanje i nicanje je brže na svijetlu. Mlade biljke salate mogu podnijeti temperature do -5°C, a dobro ukorijenjene biljke sa 5-7 listova mogu podnijeti uvjete kontinentalne zime. Što je salata bliže tehnološkoj zrelosti to je osjetljivija na niske temperature.

2.1.6. Štetnici i bolesti salate

ŠTETNICI SALATE

- Lisne uši lisnatog povrća (*Aphis fabae, Aulachortum solani,...*)
- Korijenova uš salate (*Pemphigus bursarius*)
- Salatni moljac (*Eucosoma/Semasia/conterminana*)
- Štetnici u tlu; Izgriženo korijenje, biljke venu, žute i propadaju.
- Sovice pozemljuše
- Žuta kukuruzna sovica
- Nematode korijenovih kvržica
- Puževi
- Lisne sovice
- Štitasti moljac je najčešći štetnik zaštićenih prostora.

BOLESTI SALATE

- Polijeganje ponika (*Rizoctonia solani, Pytium spp., Fusarium oxysporum...*)
- Bijela trulež (*Sclerotinia minor i Sclerotinia sclerotiorum-fitopatogena gljiva*)
- Venuće (*Pythium tracheiphilum*)
- Siva plijesan (*Botrytis cinerea*)
- Plamenjača (*Brmia lactucae*)
- Koncentrična pjegavost (*Alternaria cichorii*)
- Smeđa pjegavost (*Microdochium panattonianum syn. Marssonina panattoniana*)
- Pjegavost lista (*Septoria lactucae*).

- Pepelnica (*Erysiphe cichoracearum f. sp. cichorii*)
- Hrđa (*Puccinia opizii*)
- Bakterijska rubna palež (*Pseudomonas marginalis pv. marginalis*)

(Maceljski M, 2004).

Štete na usjevima izazivaju insekti, korovi i bolest, ali u slučaju hidroponskog uzgoja pojava korova je isključena. Ključ za uspješnu borbu sa štetočinama je pravovremena identifikacija te poduzimanje pravodobnih preventivnih mjera. Važno je preventivno pažljivo pregledavanje biljnog materijala prije unosa u proizvodni prostor. Ventilacijske otvore treba dizajnirati tako da bi bio onemogućen ulazak insekata koji mogu napraviti štetu izravno hraneći se biljnim materijalom ili mogu poslužiti kao vektori za širenje bolesti. Najčešći alat za praćenje insekata su žute i plave ljepljive ploče. Bolesne biljke ili dijelove biljaka treba ukloniti kako bi se spriječilo širenje bolesti. Alat koji se koristi za odstranjivanje oboljelih biljaka ili dijelova biljaka treba dezinficirati prije ponovne uporabe. Treba provoditi dnevne ili tjedne provjere pojave štetočina te nakon što je štetočina identificirana potrebno je istražiti njen životni ciklus i odrediti u kojoj se fazi trenutno odvija.

Nedostatak zaštićenih prostora pa tako i hidroponskog uzgoja je brzo širenje bolesti ukoliko se bolest pojavi, što je u hidroponskom uzgoju svedeno na minimum jer su higijenski standardi visoko postavljeni.

2.1.7. Proizvodnja u hidroponu

U svrhu izbjegavanja problema koji nastaju nakon višegodišnjeg intenzivnog uzgoja salate na jednom proizvodnom prostoru, kao što su poremećaji fizikalnih i kemijskih osobina tla te razvoj bolesti koje je teško suzbiti, prije 30 godina u svijetu je započeo uzgoj biljnih kultura bez tla. Danas uzgoj bez tla podrazumijeva uzgoj u hranjivoj otopini sa supstratom (kamena vuna, kokos i drugo) ili bez supstrata. Uzgoj salate vrši se u čistoj hranjivoj otopini tehnikom kontinuirane cirkulacije hranjive otopine (prema potrebama kulture). Šest je osnovnih tipova hidroponskog uzgoja bilja, osnovna podjela je na hidroponske sustave sa ili bez internog supstrata (kapilarni hidroponski uzgoj, vodena kultura, sistem oseke i plime, kapajući ili drip sistem, tehnika hranjivog filma ili NTF i aeroponski uzgoj). U hidroponski uzgoj bez supstrata svrstava se tehnika hranjivog filma, aeroponija (horizontalna i vertikalna), vodena kulturu i sustavi plutajućih kontejnera. Tehnologiju plutajućih kontejnera su razvili u Izraelu te ona

podrazumijeva tehniku uzgoja u horizontalnim bazenima unutar kojih se nalaze zračne pumpe, čiji je zadatak miješanje i prozračivanje hranjive otopine. Na taj se način omogućava prozračivanje i brži razvoj korjenovog sustava. Ta tehnika se naziva i plutajuća metoda hidroponija. Osnovna tehnika ovog uzgoja bazira se na plitkim bazenima (visina otopine 15- 20 cm) u kojima se nalazi hranjiva otopina i na čijoj površinama plutaju polistirenske ploče zasijane s kulturom. Ova tehnika pogodna je za uzgoj kultura male mase po jedinici površine. Uzgoj biljaka u velikim hidroponskim sustavima nadziran je automatskim uređajima za analizu i prilagođavanje koncentracije hranjivih elemenata, pH, uvođenje kisika u otopinu (prozračivanje) te je većina hidropona smještena je u zaštićene prostore u kojima je nadzor temperature, svjetlosti, vlažnosti zraka i razine CO_2 potpuno automatiziran i kontroliran. Na ovaj način može se brati više puta u sezoni jer je ovo najintenzivniji oblik proizvodnje (moguće je planiranje proizvodnje u najboljem trenutku), te se smatra da je na ovaj način količina nitrata smanjena na svega 1500 mg/kg, a recikliranjem vode rješava se pitanje ekološke prihvatljivosti. (Parađiković, 2009.).

2.2. Mikroklima zaštićenog prostora (plastenik)

Mikroklimatski uvjeti u plasteniku su jedan od najvažnijih čimbenika za ekonomski opravdanu i kvalitetnu proizvodnju. Oni utječu na rast i razvoj biljaka, pojavu bolesti i štetnika te visinu prinosa.

2.2.1. Temperatura i svjetlost

Jedan od najvažnijih mikroklimatskih uvjeta je temperatura. Ona direktno utječe na porast, ranozrelost, prinos i kvalitetu povrća. Visoke oscilacije temperature izvan granica optimalnih vrijednosti dovodi do usporenog rasta biljke, a daljnji nastavak nepovoljnih temperatura i do prekida rasta i ugibanja. Termofilne biljke imaju veće zahtjeve za toplinom, dok drugu skupinu čine biljke koje su manje osjetljive na temperaturne uvjete (salata). Optimalne temperature različite su za svaku vrstu u pojedinim fazama rasta i razvoja. Najvišu temperaturu biljka zahtijeva u vrijeme nicanja i stvaranja generativnih organa. Suma temperature na osnovu koje se izračunava temperaturni koeficijent zaštićenog prostora označava se sa Δt.

Δt°= vanjska temperatura + minimalna temperatura za uzgoj u zimskom razdoblju.

Razlike u temperaturi unutar zaštićenog prostora postoje po vertikali i po horizontali. Najniža je bliže površine tla, najviša u sredini, a na čeonim i bočnim stranama niža je 2-3°C. (Parađiković,

2009.). Biljke koriste sunčevu energiju za fotosintezu i rast. Pod pojmom svjetlosti obično se podrazumijeva elektromagnetsko zračenje vidljivo ljudskom oku valne duljine od 380-770 nm. Za rast biljke koriste svjetlost valne duljine 400-700 nm koja se zove Fotosintetički aktivna radijacija (FAR). Biljke koje posjeduju više pigmenta usvajaju više svjetlosne energije te ju koriste u procesu fotosinteze. Morfološke promjene povezane s razlikom u kvaliteti svjetla kategorizirane su u dvije glavne skupine: plava i crvena svjetlost. Plavo svjetlo utječe na produljenje hipokotila, otvaranje stroma i fototrofizam dok je crveno svjetlo povezano sa stvarima kao što je osjetljivost na duljinu dana, klijanje, cvatnja i priprema za period mirovanja. Pri uporabi dodatnih rasvjetnih tijela treba obratiti pozornost na iznos crvene i plave svjetlosti jer ima velik utjecaj na rast i razvoj biljaka (Albright, 2011). High Intensity Discharge ili HID najčešće je korišten tip rasvjete u komercijalnim svrhama, one povećavaju količinu fotosintetski aktivnog zračenja. Ove lampe zahtijevaju period zagrijavanja od 15 minuta te ne mogu ponovno početi odmah s radom nakon što su isključene, što može nametnuti ograničenja pri uporabi računalnih sustava kontrole. Dizajn rasvjetnih tijela može utjecati na ujednačenost osvjetljenja na cijelom prostoru. Zbog skromnijih potreba za toplinom i svjetlošću, salatu se vrlo uspješno može uzgajati u zimskom razdoblju. Duljina vegetacije direktno je ovisna o sunčanom ili oblačnom vremenu. Rokovi sjetve se najčešće prilagođavaju željenim rokovima sadnje, odnosno berbe (Parađiković, 2009.). Visoka transmisija svjetla je neophodna za rast biljaka. Da bi se u zaštićenim prostorima moglo ostvariti plodonošenje tijekom svih godišnjih doba potrebno je znati kod odabira je li kultivar dugog ili kratkog dana. Pojedinim povrćarskim kulturama razvoj reproduktivnih organa ovisi o duljini dnevnog osvjetljenja. Ta pojava naziva se fotoperiodizmom te se biljke dijele na biljke dugog i kratkog dana, intermedijarne (12-14 h) i neutralne kojima duljina dnevnog svijetla nema presudnu ulogu. Salata je biljka kratkog dana, te se prema pogledu zahtjeva prema dužini dana određuje mogućnost njihova uzgoja u različitim geografskim širinama. Uslijed nedostatka svjetlosti biljke se izdužuju što nepovoljno utječe na njih, a posebno pri proizvodnji presadnica. Intenzitet i kakvoća svjetlosti ovisi o trajanju sunčanog dana, geografskom položaju, položaju plastenika, dobu godine, dobu dana, vrsti folije, debljini konstrukcije itd. Da bi se podmirili zahtjevi biljaka za svjetloošću iznimno važno je da potrebna količina svjetlosnih zraka pada pod kutom od 90°. Za biljke je najvažnija fotosintetska aktivna radijacija (FAR) pri kojoj se normalno odvija fotosinteza. Iskoristivost svijetlosti od strane biljaka ovisi o veličini i obliku vegetacijskog prostora, smjeru sadnje i gustoći sklopa. Pri nedostatku svjetlosti biljke kasnije cvjetaju i zameću plodove. U sunčanim ljetnim danima dolazi do suvišnog i štetnog sunčevog osvjetljenja (više od 50000 luxa) koje dovodi do zadržavanja rasta biljaka. Kako bi se to

spriječilo koriste se različite vrste sjenila. Mogu se koristiti i energetske zavjese koje uz zadržavanje svjetlosti imaju zadaću spriječiti hlađenje plastenika. Materijali za izradu zastora su polietilen, poliester i agrotekstil. (Parađiković, 2009.)

2.2.2. Vlažnost zraka i kvaliteta zraka

Relativna vlažnost zraka utječe na intenzitet transpiracije, fotosinteze, oplodnje te pojavu bolesti. Ona ovisi od apsolutne vlažnosti zraka i temperature. Najveća je u rano jutro, a najmanja oko 14 h. Biljke koje zahtijevaju visoku relativnu vlagu zraka potrebno je dodatno orošavati, a one koje ne podnose visoku vlagu zraka zahtijevaju nakon svakog zalijevanja intenzivno provjetravanje prostora. Od posebnog je značaja za rast i razvoj biljaka sadržaj ugljičnog-dioksida (CO_2) u zraku. Doziranje CO_2 se obavlja tijekom sunčanog dana i to kada je fotosinteza najintenzivnija (ljeti od 9-15 h, a zimi od 11-13 h). Aplikacija CO_2 je najjednostavnija u plinovitom stanju putem perforiranih cijevi i specijalnih ventilatora. U sustavu zraka CO_2 zauzima 0.03%. Pri optimalnoj osvijetljenosti i temperaturi sadržaj CO_2 je 0.1-0.2 % što doprinosi povećanju prinosa, ranozrelosti, većoj kvaliteti, smanjenju gljivičnih oboljenja, bržem razvoju korijena. (Parađiković, 2009.) Grijanje tijekom zime može izazvati pojavu ugljičnog-dioksida, sumpor-dioksida i dušikovog-oksida. Ugljični-dioksid ulazi u proces fotosinteze i povišena razina pozitivno utječe na rast biljaka, dok su sumpor-dioksid i dušikov-oksid štetni za uzgoj biljaka. Biljke koriste ugljični-dioksid tijekom procesa fotosinteze radi stvaranja energije koja je potrebna vlastitom metabolizmu te radi izgradnje nove biomase. Enzim koji najviše sudjeluje u tom procesu naziva se Rubisco, a on je najprisutniji enzim na Zemlji. Jedan od razloga je taj što on nije vrlo učinkovit kao enzim te je svakoj biljci potreban u velikim količinama. Rubisco može vezati i CO_2 i O_2 molekule, ali ugljični-dioksid je jedina molekula korisna za stvaranje nove biomase. Znanstvenici su dokazali da obogaćivanje zraka s ugljičnim-dioksidom potiče rast C3 biljaka te one rastu brže, a dok se pri tome ostali uzgojni uvjeti nalaze na optimalnim razinama (svijetlost, temperatura, itd.). Dopunske razine CO_2 od oko 1000 ppm su rezultirale povećanim rastom za 50%. Ovim je omogućena konstantna i dosljedna proizvodnja tijekom cijele godine, a time i prisutnost na tržištu (Ferentinos i suradnici, 2000.).

2.3. Upravljačke jedinice u hidroponu

Sustav za grijanje, aksijalni ventilatori, automatske klimatske stanice, rasvjeta, krovna ventilacija, sustav toplovodnog grijanja, mjerni instrumenti (EC, pH, koncentracija CO_2), elektromagnetni ventili za regulaciju količine CO_2, kontrola vode, energije i hranjiva, rasvjeta, pokretanje sjenila, miješajući ventili toplovodnog grijanja i ostalo su pod nadzorom te koordinirane u radu pomoću suvremene upravljačke jedinice. Osnovu u radu čine mjerni instrumenti. (Slika 1.)



Slika 1. Upravljačka jedinica (kontrola stanja otopine)

Preuzeto iz baze podataka Luxor AG

Kako u svakom trenutku postoji mogućnost pojave zastoja u radu pojedinih dijelova, upravljačka jedinica se dopunjava odgovarajućim GSM dojavnikom mogućih kvarova ili neispravnog rada bilo kojeg elementa u sustavu upravljanja. Trenutni lider na tržištu upravljačkih jedinica je nizozemski proizvođač PRIVA INTEGRO.

2.3.1. Sustavi za opskrbu vodom i ishranu (hranjiva otopina)

Suvremena jedinica za navodnjavanje i prihranu u hidroponskom uzgoju zahtijeva veoma složenu opremu. Pri izboru opreme treba voditi računa o ukupnoj dnevnoj potrošnji vode (najveće potrebe za vodom biljka ima u početnim fazama rasta i u plodonošenja) te potrebama preporuke gnojidbe (prema feno fazi i vrsti biljke određuje se koncentracija hranjiva makro i mikro elemenata na osnovu vode koju proizvođač koristi). Potrebna dodatna oprema za ovakvu funkcionalnu jedinicu su rezervoari, posebno za makroelemente, mikroelemente i kalcij te za kiselinu. Ako se koristi tvrda voda koja u sebi sadrži različite nečistoće potrebno je ugraditi šljunkovito-pjeskoviti filtar koji bi spriječio onečišćenje prvo kompjutorske jedinice, a zatim i cijelog sustava za navodnjavanje. U neposrednoj blizini jedinice postavlja se dodatni spremnik

za vodu. Veličina tog spremnika određuje se na temelju prosječne dnevne potrošnje vode. U obveznu opremu hidroponskih sustava pripadaju i prenosivi konduktometar i pH metar s transportnom kutijom. Sustav za navodnjavanje i prihranu može biti otvoreni i zatvoreni. U zatvorenom sustavu voda se reciklira i skuplja na jednom mjestu te se nakon sterilizacije ponovno koristi.

2.3.2. Sustavi za zagrijavanje i provjetravanje

Nagle promjene temperature te velike razlike između dnevnih i noćnih temperatura nisu povoljne za uspješan rast biljke. Dobar odnos dnevnih i noćnih temperatura omogućava povoljnu bilancu fotosinteze i disimilacije. Da bi se izbjegle oscilacije temperature i biljkama u svakom trenutku osigurali optimalni uvjeti neophodno je u plastenike postaviti sustave zagrijavanja. Najkvalitetnije zagrijavanje unutrašnjosti plastenika, osobito u hidroponskim sustavima je sustav toplovodnog grijanja. Temperatura ulazne vode regulira se elektromotornim miješajućim ventilima koji su u potpunosti pod nadzorom glavne upravljačke jedinice.

3. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi i opisati kompletan proces proizvodnje hidroponskog uzgoja salate (*Lactuca sativa* L.) od sjemena (sjetve) do berbe i pakiranja finalnog proizvoda te prikaz tehnika i tehničkih komponenata proizvodnog sustava.

4. METODE I MATERIJALI

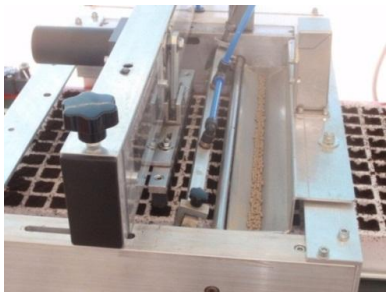
Istraživanje hidroponskog uzgoja salate (*Lactuca sativa* L.) tehnikom vodene kulture provedeno je u Luxar AG Zaprešić, tijekom lipnja 2012. godine. Predmet istraživanja je proizvodni proces (sve faze) uključujući mikroklimatske i higijenske uvjete unutar plastenika, ishranu i zaštitu, ispitivanja hranjive otopine te niveliranje vrijednosti pH i EC, aeraciju hranjive otopine, istraživanje tehničkih rješenja, elemenata plastenika i upravljačke jedinice,

izbor uzgajanih sorti, ulogu energije, ljudski faktor, poslovanje, stanje na tržištu, isplativost i dugoročne planove Luxar AG Zaprešić.

4.1. Proizvodnja salate u Luxar AG

4.1.1. Razmnožavanje salate u Luxar AG

Prva faza u proizvodnji salate je sjetva za uzgoj presadnica. Sjetva salate u Luxar AG obavljena je u periodu od 1.6.2012. do 15.6.2012. godine. Sjeme je zasijano u polistirenske kontejnere sa 170 sjetvenih mjesta. Korišteno je sjeme nizozemskog proizvođača RIJK ZWAAN. Nakon obavljene sjetve pneumatskom sijačicom (Slika 2.), polistirenski kontejneri su složeni su u komoru za klijanje na 24 sata u kojoj su regulirani klimatski uvjeti. U hidroponskom sustavu Luxar AG za uzgoj salate koristi se peletirano sjeme nizozemskog proizvođača RIJK ZWAAN.



Slika 2. Sjetva u Luxar AG
Snimio: Jakov Krmpotić

Izbor sorti: TOURBILLON RZ (kristalka, zauzima 90% proizvodnje) i FORLINA RZ (maslenka, na nju otpada 10% ukupne proizvodnje u Luxar AG). Pokusne sorte: ALEPPO RZ, SATINE RZ, KITONIA RZ, ROUXAI RZ, FISICHELA RZ, COOK RZ, DESCARTES RZ, CAIPIRA RZ, EXACT RZ, 80-11 RZ.

4.1.2. Uzgoj presadnica salate u Luxar AG

Uzgoj presadnica u sklopu Luxar AG započinje odabirom sorti sjemena. Korišteno je sjeme nizozemskog proizvođača RIJK ZWAAN, a posijane su sorte Tourbillon (kristalka zauzima 90 % proizvodnje) i Forlina (maslenka, zauzima 10 % proizvodnje), te pokusne sorte Aleppo, Satine, Kitonia, Rouxai, Fisichela, Cook, Descartes, Exact i 80-11. (Slika 5). Proces sjetve je u potpunosti automatiziran i započinje slaganjem dezinficiranih polistirenskih kontejnera na pokretnu traku automatske sijačice. Kontejneri su prethodno dezinficirani 2%-tnom otopinom vodikovog peroksida. Prolaskom kontejnera preko pokretne traka započinje prva sjetvena operacija, a to je punjenje kontejnera supstratom. Korišten je Klasman Traysubstrat uz dodatak bio fungicida Trianum G koji pospješuje razvitak korijena (Slika 3.). Omjer supstrata i bio fungicida iznosio je 54 grama Trianum G na 70 litara supstrata. Daljnjim prolaskom kontejnera izvršena je operacija sjetve (postavljanje sjemena na supstrat u utore kontejnera) i na kraju zalijevanje kao posljednja operacija u sjetvenom postupku.



Slika 3. Biofungicid Trianum G
http://boutique.crisop.fr/trianum-g-5-kg&docid=EiZYDw-NF7xTGM&imgurl

Trianum G je netoksični Koppert-ov proizvod u granulama, svrstan u sredstva za ishranu bilja, mikrobioloških stimulatora rasta. Omogućuje bolje usvajanje hranjiva i vode i brži transport kroz provodne snopove. Aplikacijom Trianuma G stvaraju se oko korijena uvjeti koji onemogućuju razvoj patogenih gljivica te se izlučuju tvari koje povećavaju otpornost na većinu gljivičnih i bakterijskih oboljenja. Ova korisna gljiva štiti usjeve od „zemljišnih patogena“ odnosno od bolesti koje su uzrokovane gljivama iz roda *Fusarium*, *Phytium*, *Rhizoctonia* i *Sclerotinia*. Osim dodatkom u supstrat primjenjuje se još i zalijevanjem nasada, primjenom putem navodnjavanja, a u novije vrijeme folijarno s dodatkom okvašivača (http://www.zelenihit.rs/proizvod.php?proizvod_je=221). Kontejneri sa zasijanim sjemenom slažu se na plastičnu paletu, jedan od drugog odvajaju se plastičnim letvicama i slažu u komoru za klijanje sjemena. U komori se sjeme zadržava 24 sata na temperaturi 18°C i pri RVZ 95%.

Tijekom 24 sata provedenih u komori 3.6.2012. godine kontejneri se vade iz komore te je utvrđeno da je došlo do pucanja sjemene opne i pojave klice, a naknadnom kontrolom utvrđen je 100%-tni uspjeh sjetve (Slika 4). Kontejneri s isklijanim sjemenom postavljaju se u prethodno pripremljene bazene s hranjivom otopinom u kojima se zadržavaju slijedećih 15-ak dana.



Slika 4. Isklijalo sjeme nakon 24 sata u komori

Snimio: Jakov Krmpotić



Slika 5. Automatska pneumatska sijačica

Snimio: Jakov Krmpotić

Bazeni su pripremljeni na način da su 2.6.2012. godine dezinficirani (2%-tna otopina vodikovog peroksida) i oko njih su postavljene žute lovne ploče. Nakon toga su postavljene plastične cijevi za toplovodno grijanje hranjive otopine (samo u klijalištu), te su bazeni napunjeni vodom u koju se pomoću pumpe i sustava cijevi dodaju i ravnomjerno izmiješaju hranjiva potrebna za razvoj presadnica. Veličina bazena za uzgoj presadnica iznosi 85m^3. Iznad bazena su postavljeni CO_2 generatori, ventilatori i LED lampe koje u ljetnom periodu nije potrebno koristiti jer je 2.6.2012. izmjeren intenzitet prirodne sunčeve energije iznosio oko ES=1110W/m^2. Zbog navedenog intenziteta sunčeve energije potrebno je iznad klijališta razvući sjenila koja su automatizirana i povezana s upravljačkom jedinicom pomoću koje se i nadzire količina sunčevog zračenja. Kontejneri sa isklijanim sjemenom postavljaju se u bazene za uzgoj presadnica tako da se prvo na površinu hranjive otopine postave velike polistirenske ploče u čije utore se postave čašice od krutog polietilena koje inače u daljnjem razvoju služe za zadržavanje korijena. Ploče s čašicama su postavljene tako da donji dio čašice bude izdignut iznad ploče. Na tako izdignute čašice se postave kontejnere s isklijanim sjemenom. Slijedećih 15-ak dana biljke su se razvile do optimalne veličine za prvo presađivanje u ploče s većim razmaku. 16.6.2012. godine je provedena kontrola zdravstvenog stanja biljaka i utvrđeno je da su biljke razvile 4-5 listova te da su u potpunosti zdrave i spremne za presađivanje. U periodu razvoja presadnica potrebno je svakodnevno nekoliko puta provjeravati stanje hranjive otopine

(pH, EC, temperaturu otopine, izmiješanost), temperaturu supstrata, temperaturu zraka, koncentraciju CO_2 i O_2, intenzitet sunčevog zračenja, vlažnost supstrata u kojem se razvija korijen i stanje usjeva tj. njihov razvoj (Slika 6.). Prema potrebi treba regulirati uporabu aksijalnih ventilatora, krovne ventilacije, CO_2 generatora (Slika 7.), LED lampi, regenerirati hranjivu otopinu, te svakodnevno u ljetnim mjesecima izvršavati po potrebi i više puta dnevno kišenje usjeva pomoću automatizirane pokretne kišne grane, što je i učinjeno u navedenom periodu.



Slika 6. Rast sadnica salate

Snimio: Jakov Krmpotić



Slika 7. CO_2 generator

Snimio: Jakov Krmpotić

Hranjiva otopina u bazenu za razvoj presadnica sadrži slijedeća makro hranjiva: Magnezij-sufat, Magnezij-nitrat $Mg(NO_3)_2x6H_2O$, Kalcij-nitrat $5(Ca(NO_3)_2x2H_2O)xNH_4NO_3$, Kalij-sulfat K_2SO_4, Amonij-nitrat NH_4NO_3, Kalcij-klorid $CaCl_2$. Od mikro hranjiva su prisutni: Cink, Bakar, Bor, Natrijev-molibdat $Na_2MoO_4x2H_2O$, Željezo. Recepti s omjerima navedenih gnojiva naručuju zbog visoke nabavne cijene.

KONTROLNO MJERENJE 5.6.2012.:

- pH 5.5 (nakon korekcije dušičnom kiselinom)
- EC 1.13 (mS/m)
- Temperatura hranjive otopine 22.5°C
- Temperatura supstrata u 9:00 sati 17.1°C
- Temperatura supstrata u 13:00 sati 28.2°C
- ES 1110 (W/m_2)

Pripremljena hranjiva otopina u bazenu za uzgoj presadnica nakon presađivanja se ne ispušta iz sustava (što bi dovelo do ekološkog zagađenja i znatnog troška) niti se reciklira na bilo koji način, već se dopunjuje vodom i vrše se korekcije dodatkom potrebnih hranjiva i dušičnom

kiselinom. Analize hranjive otopine se izvode u specijaliziranim laboratorijima u Austriji. Vijek trajanja otopine ipak nije beskonačan, ona se jednom godišnje zamjenjuje novom, a „potrošenu“ otopinu se reciklira i na adekvatan način zbrinjava.

4.1.3. Uvjeti uzgoja salate u Luxar AG

Tablica 3. Uvjeti uzgoja salate u Luxar AG

Datum	**pH**	**EC (ms/m)**	**O_2 (mg/l)**	**Temp.°C**	**Dubina (cm)**
01.06.2012.	6,00	1,73	8,43	26,5	25,5
02.06.2012.	6,09	1,72	8,61	26,4	25,5
03.06.2012.	5,97	1,74	8,44	26,2	25,5
04.06.2012.	6,00	1,72	8,53	26,1	26,0
05.06.2012.	6,09	1,72	8,59	25,8	26,0
06.06.2012.	5,82	1,75	8,67	25,3	25,5
07.06.2012.	5,85	1,75	8,41	25,8	25,5
08.06.2012.	5,89	1,73	8,40	25,7	25,0
09.06.2012.	5,98	1,71	8,37	25,3	25,0
10.06.2012.	6,01	1,71	8,27	26,3	25,0
11.06.2012.	6,08	1,71	8,37	26,4	25,0

Plastenik za proizvodnju u Luxar AG izgrađen je od 25 lađa, u prve dvije lađe nalaze se bazeni za uzgoj presadnica, a u ostalih 23 nalaze se bazeni za daljnji razvoj salate. Osim navedenog u sklopu plastenika nalazi se pomoćni prostor unutar kojeg su raspoređeni skladišni prostor, prostor za obavljanje sjetve, komora za klijanje sjemena, hladnjača, ured zaposlenih agronoma s računalima, rezervoari s hranjivom otopinom i kiselinom, filtri i rezervoari s vodom, prostor i pokretna traka za berbu salate, predprostor s kadama za dezinfekciju i ostali elementi upravljačkog sustava. Na plasteniku Luxar AG nalaze se velika pokretna aluminijska električna vrata koja se otvaraju namatanjem od dna prema vrhu. Većih su dimenzija i služe za dopremanje opreme i repromaterijala u plastenik, a pored njih se nalaze manja vrata koja se polukružno otvaraju te služe za prolaz zaposlenika. Na suprotnoj strani od ulaznih vrata nalazi

se hladnjača na kojoj se nalaze vrata koja služe za otpremanje gotovih proizvoda. Ispred ulaznih vrata za radnike nalazi se kada za dezinfekciju nogu, a iza vrata za ulaz opreme i repromaterijala nalazi se predprostor u kojemu se nalaze kade za dezinfekciju, te je taj predprostor odvojen plastičnim pokretnim trakastim paravanom. Uzgoj salate u Luxar AG započinje proizvodnjom presadnica koja se planira prema unaprijed zacrtanim rokovima. Kalendar proizvodnje je bitan za ukupno poslovanje poduzeća obzirom da cijena salate na tržištu kroz godinu znatno varira, a također i troškovi proizvodnje nisu jednaki u zimskim i ljetnim mjesecima. Biljke salate se razvijaju na polistirenskim pločama koje plutaju na hranjivoj otopini, a masa korijena je smještena u hranjivoj otopini (Slika 8.). Da biljke ne bi propale kroz otvore na polistirenskim pločama korijen je smješten u plastične mrežaste čašice koje biljku zadržavaju u razini ploče. Kroz plastične čašice korijen se slobodno razvija, biljke se zajedno s njima presađuju i u njima ostaju sve do berbe.



Slika 8. Korijen salate u hidroponu

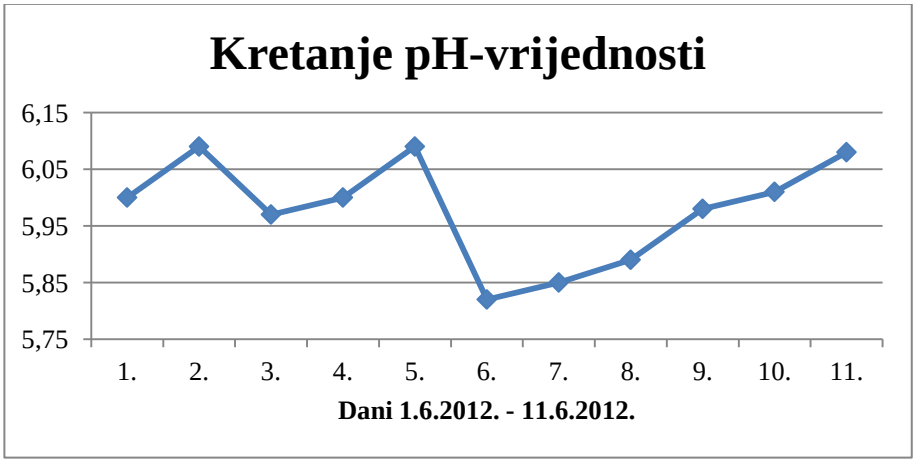
http://pinova.hr/media/2011/05/19/6748a760adf1cd62425bcd9986605761.jpg

Salata se uzgaja hidroponskom tehnikom plutajućih kontejnera u hranjivoj otopini prosječne dubine 25.5 cm. Cijeli proces proizvodnje salate u Luxar AG nadziran je putem specijalizirane upravljačke jedinice, koja je spojena s osobnim računalom agronoma. Tako je putem računala moguće u svakom trenutku nadzirati stanje usjeva, hranjive otopine i klimatske uvjete unutar zaštićenog prostora (Tablica 3.). Osim navedenih vrijednosti u tablici 3 (pH, EC, O_2, temperature i dubine hranjive otopine) važnu ulogu u uspješnosti uzgoja salate imaju i sustav prozračivanja u plasteniku, temperatura i vlaga zaštićenog prostora, intenzitet prirodnog svjetlosnog zračenja, kvaliteta vode te najviše stručna osposobljenost, iskustvo i znanje zaposlenika. Intenzitet svjetlosti ima veliku ulogu u proizvodnji salate. U hidroponu Luxar AG pomoću mjernih uređaja koji su integrirani u upravljačku jedinicu i upravljačke procese kontinuirano se prati i intenzitet svjetlosti kojoj su izloženi usjevi. Prema dosadašnjem iskustvu minimalna granica intenziteta svjetlosti tijekom dana za optimalan razvoj salate iznosi 150

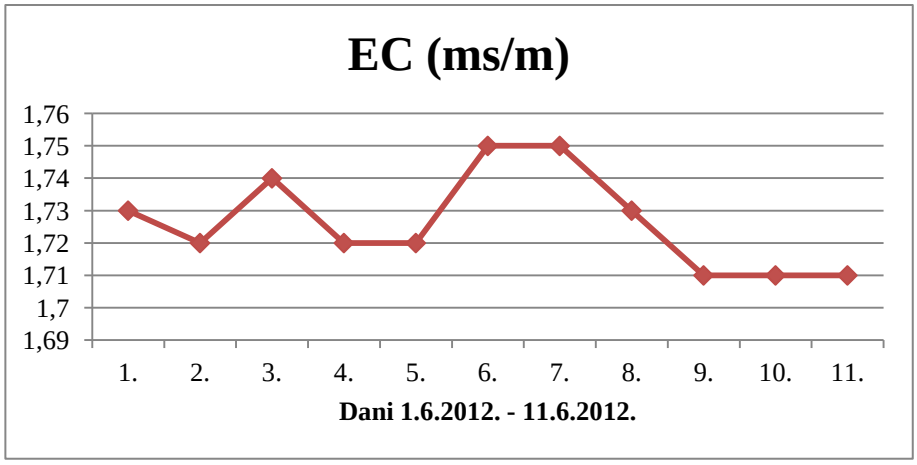
$\mu Mol/m^2s^{-1}$. Ukoliko intenzitet prirodnog osvjetljenja padne ispod te granice dolazi do nekontroliranog izduživanja biljaka i prekomjernog nakupljanja nitrata u listovima salate. U Luxar AG koriste se zelene mreže za zaštitu od prekomjerne prirodne svjetlosti, postavljene su unutar plastenika i potrebno ih je ručno razvlačiti, te su razvučene u ljetnim mjesecima tijekom cijelog proizvodnog ciklusa. Iznad bazena za uzgoj presadnica postavljene su srebrne zaštitne mreže, nešto su gušće od ranije spomenutih i njihovo razvlačenje je automatizirano ovisno o intenzitetu svjetlosti te se pokreću pomoću elektromotora. Na plastenicima Luxar AG hidropona postavljena je dvostruka zaštitna folija, što omogućuje kvalitetnije klimatske uvjete, smanjeni su gubitci topline i spriječeno je orošavanje folije. Između folija nalazi se zračni sloj čiji se tlak održava na optimalnoj razini pomoću odgovarajućih zračnih pumpi. Nabavna cijena folije za pokrivanje u Luxar AG iznosila je 0.05 kn/m^2. U plastenicima Luxar AG kontinuirano se prati vlažnost zraka. Obzirom da je salata biljka koja zahtijeva dodatno orošavanje, ono se provodi svakodnevno u više navrata putem orošivača smještenih na konstrukciji plastenika. U procesu uzgoja presadnica dodatno orošavanje se provodi pomoću samohodne kišne grana također u nekoliko obroka tijekom dana. Koliko će se puta provoditi orošavanje ovisi o temperaturi, intenzitetu sunčevog zračenja, relativnoj vlazi zraka unutar plastenika te o nizu drugih faktora. Relativna vlažnost zraka u prvim fazama razvoja nakon nicanja trebala bi iznositi 60-70%, dok u kasnijim fazama razvoja relativnu vlažnost zraka bi trebalo održavati u granici od 55-60%. Kontrolnim mjerenjem vlage u atmosferi plastenika 12.6.2012. pomoću vlagomjera PCE-3000 utvrđena je RVZ 57%. Kisik je važan za disanje biljaka, aktivnost korijena i klijanje. U sastavu zraka nalaze se i mnogi štetni spojevi, te se sastav zraka u plasteniku regulira redovitim provjetravanjem i uporabom ventilatora (5700 m^3/h – ventilatori u Luxar AG). Na Luxar AG plasteniku nalaze se jednostrani krovni otvori na elektromotorni pogon preko kojih su postavljene zaštitne insekt mreže. Upravljanje krovnom ventilacijom je automatizirano i umreženo s upravljačkom jedinicom te se otvaraju i zatvaraju ovisno o klimatskim prilikama u i izvan plastenika. Na krovu plastenika su smješteni senzori za oborine koji također doprinose kvalitetnijoj uporabi sustava krovnih otvora. Bočni otvori su izostavljeni. U plasteniku Luxar AG žute lovne ploče su postavljene veći dio godine, a plave se postavljaju krajem ljeta i početkom jeseni.

4.1.4. Hranjiva otopina u hidroponu Luxar AG

Hidroponska tehnologija najviše se koristi za proizvodnju plodovitog i lisnatog povrća. Za vrijeme uzgoja biljkama se dodaje hranjiva otopina (otopina vode te makro i mikroelemenata). Svaka kultura zahtijeva specifičan odnos hranjivih elemenata i njihovu ukupnu koncentraciju. Isto tako, tijekom određenih fenofaza rasta potrebno je promijeniti odnos pojedinih hranjiva u hranjivoj otopini. Postoje dvije metode mjerenja koncentracije hranjiva potrebnih za uzgoj biljaka. Jedna je analiza hranjive otopine, a druga je folijarna analiza. Analiza hranjive otopine može pokazati apsolutne koncentracije različitih elemenata otopini. Otopinu treba čuvati od jakog utjecaja svjetlosti i držati je u hladnom kako bi se ograničila mikrobiološka aktivnost i omogućili najtočniji labaratorijski rezultati. Važno je napomenuti da izloženost hranjive otopine svjetlosti može uništiti kelatore, a oni su spojevi koji vežu metalne katione poput željeza u otopini. Analiza hranjive otopine se najčešće koristi u hidroponima gdje hranjiva otopina kruži sustavom te se regenerirana i ponovno nadopunjena koristi za ishranu biljaka. Folijarna analiza može biti korisna u otkrivanju ekstremnih nedostataka hranjiva, ali neki usjevi pokazuju veliku varijaciju u mineralnom sastavu dok su zdravi. Ovisno o životnom ciklusu usjeva informacije iz folijarne analize mogu se dobiti prekasno da bi bile korisne prije berbe usjeva (Albright, 2011). Hranjiva otopina se priprema pomoću lakotopivih soli uz preporuku određene količine izabranih formulacija. Otopina je koncentrirana i čuva se u rezervoarima. Biljci se dodaje uvijek novo pripremljena otopina konstantnog sastava. Neophodne analitičke metode su kontrola pH i EC.



Grafikon 1. Kretanje pH vrijednosti hranjive otopine



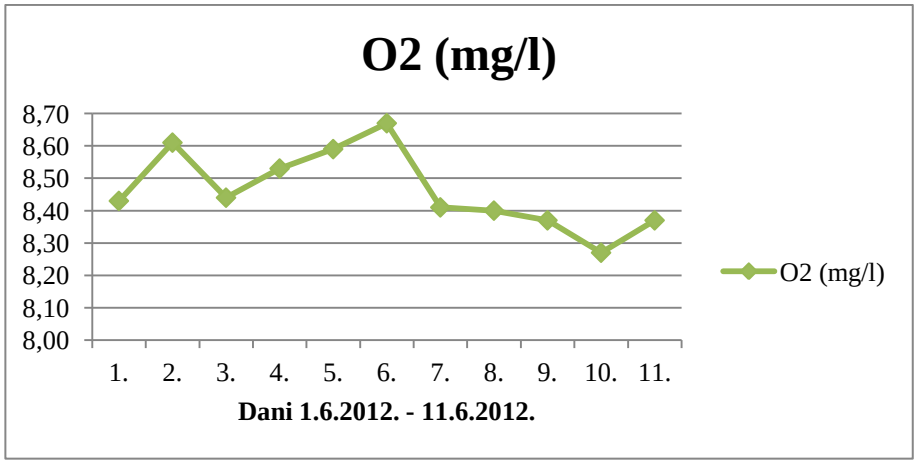
Grafikon 2. Kretanje vrijednosti električne provodljivosti

pH vrijednost mora se održavati na oko 5.5, a EC od 1.7 - 2.5 mS što se smatra optimalnim za različite kulture u različitom stadiju rasta (Grafikon 1. i 2.). Osmotski tlak hranjivih otopina za uzgoj biljaka obično je između 0.5-1.5 bara. Regulacija doziranja hranjive otopine je u funkciji vrste, fenološke faze, uvjeta i načina uzgoja. Najosnovniju hranu predstavljaju dušik, fosfor i kalij te mikroelementi. Aktivne tvari hranjivih otopina su N, P_2O_5 i K_2O. Biljke zavisno od svoje fotoperiodične dužine dana zahtijevaju različitu količinu hraniva, odnosno veći su im zahtjevi kod dužeg dana, više svjetlosti i više temperature (Vukadinović V., Lončarić Z., 1997.). Kod zatvorenih sustava potrebno je kemijsku analizu otopine na makroelemente napraviti svaka 2-3 tjedna, a na mikroelemente svakih 4-6 tjedana. Koncentracija otopljenih soli u vodi konvencionalno se utvrđuje mjerenjem električne provodljivosti (EC), te ju je potrebno kontrolirati svaki dan kao i pH vrijednost. Mjerenjem EC otopine platinastom elektrodom moguće je utvrditi njezinu „istrošenost“ (http://zprojekti.mzos.hr/public/c-prikaz_det.asp?psid=4-01&ID=2696). Analizom tekućine utvrđuje se koliko biljka usvaja iona soli, te se prema rastu i razvoju biljke naknadno utvrđuje i određuje preporuka gnojidbe. Kao što je ranije spomenuto hranjive aktivne tvari hranjive otopine koja se koristi u hidroponskom sustavu Luxar AG su: Magnezij-sulfat, Magnezij-nitrat, Kalcij-nitrat, Kalij-nitrat, Kalij-sulfat, Kalij-klorid, Amonij-nitrat. Od mikroelemenata u hranjivoj otopini za ishranu salate koriste se cink, bakar, bor, željezo i natrijev-molbidat. Navedena hraniva vodi se dodaju prilikom spravljanja ili pri korekciji hranjive otopine u obliku lakotopivih soli. Prosječna optimalna vrijednost električne provodljivosti koja je uz pH jedan od glavnih parametara hranjive otopine iznosi od 1.71-1.75 (mS/m), te je u prosjeku za 0.5-0.6 (mS/m) viša od hranjive otopine u bazenima za uzgoj presadnica. Koncentracija pojedinih hranjivih elemenata i njihovi omjeri (recepti) su poslovna tajna poduzeća Luxar AG. Najčešće se koriste gnojiva proizvođača

Brikman i Yara Liva. Korekcija pH vrijednosti hranjive otopine u hidroponu Luxar AG obavlja se pomoću dušične i fosforne kiseline, a njena optimalna vrijednost za uzgoj salate iznosi oko 6.00. Hranjiva otopina u bazenima hidropona Luxar AG je u konstantnom kruženju kroz specijalno konstruiran i u ovom hidroponu patentom zaštićen sustav za aeraciju. Kompletna hranjiva otopina 5 puta u jednom danu prođe kroz sustav za aeraciju, koji se nalazi pored svakog, tj. svaki bazen se zasebno aerira. Na ovaj način aeracija hranjive otopine je znatno učinkovitija od dosad u praksi korištene aeracije pomoću pumpi koje se nalaze na dnu bazena s hranjivom otopinom. Ovakav kvalitetniji način aeracije omogućuje bolje miješanje hranjive otopine, bolju opskrbu korijena kisikom, a samim tim i bolji razvoj korjenovog sustava što u konačnici rezultira boljim usvajanjem hranjiva i postizanjem većeg uroda salate. Distribuciju hranjive otopina, te njenu cirkulaciju omogućuje sustav pumpi i umreženih plastičnih cijevi položenih na podnu foliju koja se nalazi na dnu svakog proizvodnog bazena. Uz unutarnji rub bazen je nešto dublji, što zapravo predstavlja ležište za glavnu razvodnu cijev kojom se hranjiva otopina distribuira unutar bazena. Hranjiva otopina u bazenima za uzgoj presadnica hidropona Luxar AG koristi se i do godinu dana uz izvršavanje potrebnih korekcija, a hranjiva otopina u bazenima za daljnji razvoj salate koristi se jednokratno tj. biljke je popiju pa se bazeni samo nadopunjuju svježom vodom i potrebnim hranjivima. U slučaju njenog ispuštanja u okoliš moglo bi doći do onečišćenja tla i vode.

KVALITETA VODE - Uzimanje uzoraka vode također je jako važno za ishranu biljaka jer o tvrdoći vode i o kemijskom sastavu ovisi kako će biljka moći usvajati pojedina hranjiva. Radi postizanja što povoljnijeg odnosa kapaciteta za vodu i zrak te radi što boljeg balansa u hranjivoj otopini potrebno je što češće prilagođavati hranjivu otopinu zahtjevima biljke koja se uzgaja. Takvi parametri ovise o niz faktora kao što su pH otopine i električna vodljivost hranjive otopine, utrošak vode transpiracijom lista, praćenje obroka i intervala fertirigacije, postotak insolacije i niz drugih parametara. Voda ne smije biti opterećena nepoželjnim ionima, ponekad sadrži ione, biljna hraniva Ca^{2+},Mg^{2+},SO_4^{2-}. Nekih iona ima u malim količinama, ali mogu doseći toksične vrijednosti(Na^+ i Cl^-). Korisni ioni moraju se uzeti u proračun hranjive standardne otopine. Izuzetak je Fe jer se taloži kao $Fe(OH_3)$. Ion HCO_3^- nije biljno hranivo, ali se mora uzeti u proračun jer njegova akumulacija značajno povećava pH vrijednost hranjive otopine, a neutralizira se kiselinama ($HCO_3^-+H3O^+>2H_2O+CO_2$) (Borošić,2009). Za neutralizaciju obično se koriste dušična ili fosforna kiselina (sumporna). U prirodnim vodama se nalaze otopine različitih soli koje disociraju. Budući da su ioni nosioci električnog naboja, provodljivost vode ovisi o koncentraciji i konstanti disocijacije otopljenih tvari. Shodno tome

veća tvrdoća znači i veću električnu provodljivost vode, a stupanj tvrdoće je odnos količine otopljenih minerala (pH<7=H>OH; pH>7=OH>H; pH=7=H=OH). Od velikog značaja pri hidroponskom uzgoju je koncentracija kisika u hranjivoj otopini bez kojeg bi biljka propala. Povoljan odnos se postiže zračnim pumpama koje se nalaze u bazenima s hranjivom otopinom čija je uloga osim aeracije korijena i miješanje hranjive otopine (Grafikon 3.). U hidroponskom sustavu Luxar AG aeracija se obavlja na jedinstven način koji je ranije spomenut, pomoću specijalno patentiranog uređaja kroz koji cirkulira hranjiva otopina. U jednom danu hranjiva otopina iz bazena 5 puta kompletno prođe kroz sustav za aeraciju. Potrebe povrća za vodom ovise o klimatskim uvjetima i o vrsti. Najveće potrebe biljka ima u početnim fazama rasta i u plodonošenju. Nedostatak vode, uz visoke temperature, rezultira smanjenjem fotosinteze i povećanjem disanja što dovodi do smanjenja prinosa. Važno je da temperatura vode koju biljke koriste za svoje potrebe bude približna temperaturi plastenika (18-20°C). Hladna voda uzrokuje temperaturni šok (Parađiković, 2009.). U slučaju proizvodnje u Luxar AG opskrba vodom riješena je kopanjem arteških bunara u blizini plastenika za koje je bilo potrebno prethodno dobiti dozvolu te dobiti koncesiju za eksploataciju.



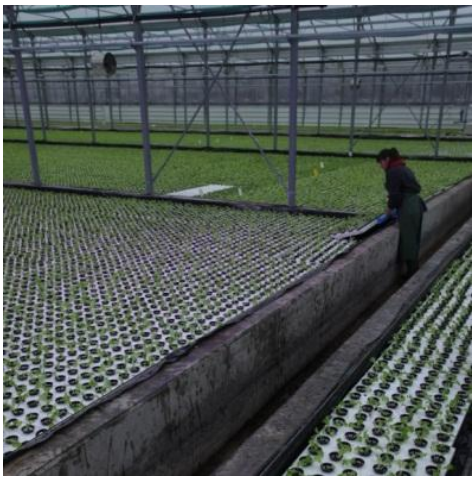
Grafikon 3. Kretanje količine kisika

Najčešći ioni koji se nalaze u vodi, a imaju utjecaj na biljke su natrij, klor, željezo i kalcij. Pravilo je da sadržaj mikro i makroelemenata u vodi mora biti manji od sadržaja u hranjivoj otopini. Natrij i klor su za osjetljive biljke toksični već pri količini od 80 ppm. Željezo nije pogodno za ishranu jer nije pristupačno povrću i začepljuje kapaljke (Vukadinović V., Lončarić Z., 1997.). U hidroponskom sustavu Luxar AG voda potrebna za proizvodnju crpi se iz arteških bunara koji se nalaze u blizini plastenika. Pomoću crpki voda se doprema u plastenik te prolaskom kroz sustav filtara pune bazeni. Kada su bazeni napunjeni dovoljnom količinom vode potrebno je napuniti i rezervoare koji služe za čuvanje potrebne zalihe vode. Rezervoari

se nalaze unutar plastenika te se u njima voda temperaturno stabilizira tj. zagrije na temperaturu zaštićenog prostora tako da je možemo koristiti bez rizika od moguće pojave stresa za biljke.

4.1.5. Proizvodni ciklus salate u hidroponu Luxar AG

Proizvodnja započinje sjetvom sjemena u kontejnere sa 170 rupa ili sadnih mjesta. Na pokretnoj traci odmah nakon ulaganja supstrata i sjemena u predviđena mjesta sjeme se zalijeva. Po završetku sjetve kontejneri sa sjemenom se slažu u komoru (18-19°C, RV 95%) na 24 sata. Nakon 24 sata od sjetve pojavljuje se klica i kontejneri se prenose iz komore u pripremljene bazene za uzgoj presadnica, a nakon 3-4 dana u ljetnom periodu od sjetve pojavljuju se prvi listići. U prvim danima od pojave klice mlade biljke zalijevaju se dnevno više puta, tj. u kraćim vremenskim razmacima, te je potrebno konstantno praćenje i po potrebi korekcija proizvodnih uvjeta (mikroklimatski uvjeti i hranjiva otopina). Kad su se biljke razvile s 4-5 listova s dobro razvijenim korijen (nakon 15 dana), nakon 15.6.2012. godine započeta je transplantacija (pikiranje) biljaka u ploče sa 72 sjetvena mjesta koje plutaju na površini hranjive otopine koja se nalazi u bazenu dubokom 12 inča (30,48 cm), a dubina otopine iznos prosječno oko 25 cm.



Slika 9. Premještanje sadnica u bazen

Preuzeto iz baze podataka Luxor AG

Polistirenske ploče za uzgoj salate su dimenzija 120x60 cm. Spomenuta transplantacija biljaka obavljena je ručno na izlazu iz bazena, u kojem su se do tada razvijale, i pomoću plovnih kanala biljke su transportirane do bazena u kojim će nastaviti s razvojem (Slika 9.). Na tom

mjestu biljke se razvijaju 12 dana u ljetu ili 20 dana u zimskom periodu. Razvoj biljaka u ovoj i u slijedećoj fazi je na hranjivoj otopini koja je prema sastavu hranjiva ista kao i hranjiva otopina u bazenu za razvoj presadnica samo u većoj koncentraciji. U svim fazama razvoja potrebna je kontrola mikroklimatskih uvjeta kao i stanja hranjive otopine, te prema potrebi dodavanje CO_2, orošavanje, prozračivanje, izvođenje korekcije hranjive otopine (pH, EC), što je potvrda presudne važnosti ljudskog faktora u hidroponskim sustavima.



Slika 10. Presađivanje salate

Preuzeto iz baze podataka Luxor AG

Zadnja operacija presađivanja salate u ploče s 18 rupa izvedena je u periodu od 27.06. do 30.06.2012. godine (Slika 10.). Ona je složenija od prethodnih jer su biljke razvile duži korijen što otežava posao presađivanja jer je potrebno korijen izravnati prije polaganja ploča na hranjivu otopinu. Presađivanje biljaka u polistirenske ploče s 18 rupa u ljetnim mjesecima obavljano je u svaku drugu rupu za razliku od zimskog proizvodnog ciklusa u kojem se presađivanje obavlja u svih 18 rupa. Razlog tome je bolji protok i opskrba zrakom biljaka, lakše prozračivanje što pridonosi smanjenju vlage u zoni biljaka te prevenciji protiv pojave bolesti. U ovoj fazi razvoja hranjiva otopina je identična hranjivoj otopini iz prethodne razvojne faze, te mjere njege su jednake u obje spomenute faze uključujući i svakodnevno kišenje. Zadnja razvojna faza trajala je 17-20 dana (u ljetu), tj. dok salata ne postigne željen promjer i masu (Slika 11.). Kompletan proces proizvodnje salate u hidroponu u prosijeku je trajao oko 45-50 dana u ljetu, odnosno 90-95 dana u zimi. U hidroponu Luxar AG za praćenje kretanja i pojave štetnika koriste se žute i plave lovne ploče. Žute ploče se postavljaju u proljeće, plave u jesen. Ulaz štetnika u plastenik onemogućen je insekt mrežama koje su postavljene na krovne otvore. Do sada najveće su štete uzrokovane pojavom lisnih uši, te je od bolesti zabilježena pojava plamenjače i sive plijesni koje su se pojavile već u ranim fazama rasta tj. u bazenima za uzgoj presadnica. Bolest se brzo raširila na sve ostale bazene i uzrokovala propast kompletne proizvodnje u tom trenutku**.** Luxar AG postoji tek 16 mjeseci i nalazi se još uvijek u procesu

eksperimentiranja. U proizvodnom ciklusu od 1.6. do 15.7.2012. nije zabilježena pojava bolesti.



Slika 11. Zadnja razvojna faza u proizvodnji salate.
Preuzeto iz baze podataka Luxor AG

U tom periodu salata je dostigla masu od 250g, uključujući i korijen, što je optimalna veličina salate dogovorena s kupcima, te prilagođena prema zahtjevima tržišta u Hrvatskoj (Slika 12.). Nakon toga se pristupilo berbi, pakovanju i skladištenju salate u specijalizirane rashladne komore, do trenutka otpremanja salate do polica u trgovačkim lancima.



Slika 12. Salata maslenka s korijenom
Preuzeto iz baze podataka Luxor AG

4.1.6. Berba, skladištenje i prinos salate u Luxar AG

Kao što je ranije spomenuto rokovi berbe su unaprijed strateški planirani i određeni sjetvenim kalendarom, sve to u cilju dobivanja salate kao gotovog proizvoda u trenutku kad su potrebe na tržištu najveće, a samim tim i kada je cijena najpovoljnija za plasman. Prema zahtjevima hrvatskog tržišta berba salate u hidroponu Luxar AG započinje kada salata postigne masu od 250 g (uključujući i korijen), to je postignuto 45-50 dana nakon sjetve u ljetu ili 90-95 dana u zimi. Salata se vadi iz bazena zajedno s polistirenskim pločama i pomoću plovnog kanala u kojem se nalaze mehaničke vodilice koje omogućuju transport ploče sa salatom se dopremaju do pokretne trake za izvlačenje iz plovnog kanala. U nastavku se salata vadi iz ploča zajedno s čašicama za držanje korijena (Slika 13.), koje su naknadno odvojene, te je salata u nastavku pokretne trake pakirana u specijaliziranu ambalažu (svaka zasebno) i složena u plastične gajbe koje se slažu na palete za transport i omataju PVC folijom. Tako upakirana, složena i pripremljena za transport salata skladišti se u rashladnoj komori u kojoj se kontroliraju temperatura i vlaga. Optimalna temperatura skladištenja salate u Luxar AG je iznosila 4°C, uz relativnu vlagu 90%.



Slika 13. Branje i pakiranje salate

Preuzeto iz baze podataka Luxor AG

Berba salate obavljena je zajedno s korijenom pri čemu je korijen lagano savijen i omotan radi lakšeg pakiranja u specijaliziranu ambalažu. Salata proizvedena u hidroponu sadrži više vode, a manje suhe tvari u odnosu na salatu proizvedenu u tlu što nije povoljno za skladištenje i transport, stoga je to upravo razlog pakiranja salate zajedno s korijenom što produžuje vrijeme čuvanja i transporta. Puni proizvodni kapacitet hidroponskog uzgoja salate u Luxa AG iznosi oko 420 000 - 450 000 biljaka salate.

4.1.7. Sustavi za zagrijavanje vode u hidroponu Luxar AG

U sustavu toplovodnog grijanja koji je vrlo prilagodljiv i prikladan za zimu kao i za cjelogodišnju proizvodnju, vruća voda (65°C izlazna voda iz kotla, a povratna od 45°C) kruži čeličnim cijevima promjera različitih dimenzija, a promjer podnog, bočnog i krovnog cjevovoda voda iznosi 50 mm. Procjena je da se oko 45% energije gubi ako cijevi nisu konzervirane i obojene i ako stakla dobro ne brtve, oko 25% dosegne tlo, a ostalo je usmjereno u vis ili prema stranama objekta. Ovakav sustav može uzrokovati podizanje vlage u blizini biljaka zbog pomanjkanja ili nedostatka kretanja zraka. Za suvremenu proizvodnju povrća koriste se pogonske kompjutorske jedinice za veće objekte, a za manje objekte koriste se mikroprocesori. Zadaća istih je kontrola temperature noć – dan, jačine svjetla, orošavanje, kontrola EC i pH, zalijevanje vodom ili hranjivom otopinom, regulacija klime i ostalo (Parađiković, 2009.). Za zagrijavanje vode u svrhu zagrijavanja plastenika u sklopu hidroponskog sustava Luxar AG izgrađena je kotlovnica snage 2MW, kao izvor energije koristi se biomasa jer je najisplativija i puno jeftinija od fosilnih goriva.

5. REZULTATI S RASPRAVOM

Ovim istraživanjem koje je provedeno tijekom lipnja 2012. godine u sklopu hidropona Luxar AG nastojalo se utvrditi kompletan proces proizvodnje, stvoriti sliku o ukupnom poslovanju, problemima s kojima se susreću, ekonomskoj isplativost, strateškoj orijentaciji i tržišnoj utakmici te perspektivnosti ovakvog jednog za sad još uvijek u Hrvatskoj hrabrog i eksperimentalnog pothvata. Luxar AG d.d. hrvatska tvrtka koja je 2010 godine započele sa izgradnjom plastenika namijenjenog hidroponskom uzgoju salate. Kao što je poznato radi se o veoma skupoj dugoročnoj investiciji, koja bi se prema strateškim planiranjima i predviđanjima idejnih pokretača i investitora uz veliki rad i ulaganje mogla isplatiti tj. u potpunosti povratiti uložena sredstva tek za 10 godina od trenutka pokretanja prvog proizvodnog ciklusa. Proizvodni kompleks Luxar AG prostire se na 3 hektara ukupne površine, od toga 2.5 hektara zauzimaju bazeni s hranjivom otopinom na kojoj se odvija uzgoj salate. Tih 2.5 hektara s kojima danas raspolaže Luxar AG su tek polovica proizvodnog kapaciteta koji je u idejnom projektu zamišljen. Zbog za sada još uvijek velikih posljedica globalne kriza, teške i kompleksne situacije na domaćem tržištu i gospodarstvu druga polovica zamišljanog proizvodnog kompleksa Luxar AG još uvijek je na čekanju s izgradnjom. Takvoj situaciji i

nemogućnosti investitora da do kraja izgrade zamišljeni proizvodni kompleks doprinijela je i nelikvidnost gospodarstva te velika potraživanja Luxar AG prema trgovačkim lancima kojima su do sada plasirali svoj proizvod. Prvi problemi koji su se susreli pri izgradnji i pokretanju ovog projekta bio je nedostatak educiranog i s ovakvom tehnologijom i proizvodnjom upoznatog stručnog kadra. Da bi to riješili Luxar AG je proveo edukacije budućih zaposlenika, te su oni iskustva i znanje u praksi koje danas posjeduju stjecali na vlastitim „greškama“. Da bi to postigli zaposlenike su slali na edukacije i stručno usavršavanje u Južnu Koreju, Nizozemsku, Izrael i Finsku, obzirom da se ljudski faktor pokazao krucijalan u upravljanju hidroponskim sustavima. Iako su proveli poprilično skupa usavršavanja stručnog kadra najviše su naučili kroz osobna iskustva i greške (pojava bolesti zbog propusta u higijenskom i fitosanitarnim mjerama) koje su se potkrale u prvim proizvodnim ciklusima što je rezultiralo velikim financijskim gubicima te u jednom trenutku propadanjem kompletne proizvodnje u plasteniku. Problemi na tržištu s kojima su se susreli bila je neupućenost, oprez i skeptičnost krajnjih potrošača prema hidroponskom uzgoju i prema njihovom proizvodu. Čak je postojala doza straha i sumnja u zdravstvenu ispravnost salate iz hidropona što je u potpunosti neutemeljeno. Da bi se ta barijera prebrodila te da bi se na pravi način potrošačima prezentirala i približila stvarna kvaliteta i prednost u smislu zdravstvene ispravnosti salate proizvedene u hidroponu Luxar AG uložili su puno sredstava i napora u marketing. Bilo je potrebno proizvod prodati, što dokazuje da su za uspješnu proizvodnju i vođenje ovakve jedne tvrtke uz agronomska znanja i iskustva potrebne i ekonomske vještine. Jedan od neočekivanih problema koji su im se javili bile su i potrošačke navike krajnjih kupaca. Prema saznanjima stečenim primjerice u Finskoj gdje su zahtjevi tržišta takvi da potrošači preferiraju isključivo mlađu salatu maksimalne mase 150 g uključujući i korijen, kod nas smo se susreli s potpuno drukčijom situacijom. Naime u Hrvatskoj su potrošači pokazali veći interes za krupnije glavice salate mase 300-400 g bez korijena, što nije povoljno za proizvođače jer im to produžuje proizvodni ciklus, samim time i povećava troškove proizvodnje. Takav odnos nikako nije isplativ proizvođačima jer trgovački lanci otkupljuju, plaćaju i prodaju salatu po glavicama, a ne po masi. Da bi iz ove složene situacije svi izašli zadovoljni bilo je potrebno dogovoriti s trgovačkim lancima standardnu veličinu tj. masu glavica salate koja iznosi 250-300 g uključujući i korijen. Takav model proizvodnje glavica salate je zadovoljio proizvođača, trgovca i krajnjeg potrošača, te je Luxor AG svoj proizvod kao takav brendirao pod nazivom Luxarica (Slika 14.).



Slika 14. Brendirana salata „Luxarica“

Preuzeto iz baze podataka Luxor AG

Proizvodni proces u hidroponu Luxar AG započinje izborom sorata salate te sastavljanjem proizvodnih kalendara, koji služe za tempiranje željenih rokova sadnje odnosno berbe. Nakon sjetve koja je obavljena automatskom sijačicom u polistirenske kontejnere sa 170 sjetvenih mjesta ispunjene supstratom te uz dodatak biofungicida Trianum G za bolji razvitak korijena stavljeni su 24 sata u komoru na klijanje (RVZ 95% i temperatura 18°C). Nakon tih 24 sata došlo je do pojave klice te je izvršena provjera uspješnosti sjetve koja je iznosila gotovo 100%. Nakon toga daljnji razvoj presadnica nastavljen je na površini hranjive otopine (EC oko 1.13 mS/m) u bazenima za uzgoj presadnica. Tu se biljke salate razvijaju slijedećih 15-ak dana u „relativno“ kontroliranim uvjetima uz 2-3 puta dnevno kišenje što ovisi o temperaturi, intenzitetu svijetla i stanju usjeva. Razlog zbog kojeg se govori o djelomično kontroliranim uvjetima je taj što u sklopu Luxar AG nema laboratorij u kojemu bi se radile analize hranjive otopine te folijarne analize i na taj način ostvario uvid u dinamiku usvajanja hranjiva od strane biljaka u pojedinim razvojnim fazama. Zbog tog nedostatka nemoguće je izvoditi pokuse koji bi omogućili stjecanje novih saznanja vezanih za tehnološke postupke te na koji bi se način ti tehnološki postupci odrazili na proizvodnju. Osim pH, EC, O_2, temperature i dubine bazena ne provode se nikakve ostale analize hranjive otopine jer hranjiva otopina koja se nalazi u bazenima potroši se u jednom proizvodnom ciklusu te se za novi ciklus pravi nova prema receptima, a jedini pokazatelji koji se kontroliraju i prema kojima se orijentira su pH i EC. U bazenima za uzgoj presadnica ista otopina se koristi i do godinu dana, a potrebne analize se izvršavaju u laboratorijima u Austriji te se prema njihovim izvještajima otopina nadopunjuje tj. regenerira. Nakon što su biljke dobro razvile korijen i 4-5 listića slijedi presađivanje u polistirenske ploče s 72 rupe te u dublje bazene s istim sastavom hranjive otopine, ali u nešto višoj koncentraciji (EC oko 1.75). Polistirenske ploče su dimenzija 120x60 cm. Slijedećih 12 dana u ljetu, a 20 dana u zimi biljke se razvijaju u pločama sa 72 rupe, te nakon toga slijedi presađivanje u polistirenske ploče istih dimenzija samo s 18 rupa. U zimi se presađuje u svaku

rupu dok se u ljetu biljke presađuju tek u svaku drugu rupu na spomenutoj ploči. Razlog tome su više temperature zbog kojih biljke imaju veće potrebe za protokom zraka u zoni rasta. Biljke se razvijaju na identičnoj hranjivoj otopini kao iz prethodne faze. Hranjiva otopina se nalazi u bazenima, a njena dubina iznosi oko 25.5 cm. Hranjiva otopina konstantno kruži kroz uređaj za aeraciju koji je patentiran u sklopu Luxar AG hidropona. Biljke se kontinuirano razvijaju sve do berbe u relativno kontroliranim mikroklimatskim uvjetima, uz svakodnevne višekratne provjere i korekcije hranjive otopine (kontrola temperature, količina otopljenog kisika, električna provodljivost, pH vrijednost i visina hranjive otopine). Kao što je ranije spomenuto na Sveučilištu Cornell razvijen je matematički model NICOLET koji služi za predviđanje rasta salate i praćenje usvajanja nitrata. Ovo rješenje je omogućilo veću kontrolu i na vrijeme dobivanje informacija te praćenje zdravstvenog stanja usjeva te lakše uočavanje eventualnih odstupanja od optimalnih uzgojnih uvjeta. Takav suvremeni način rada nije prisutan u Luxar AG i to je jedan od razloga zbog kojih su učinjeni propusti koji su rezultirali propadanjem cijele proizvodnje. Proces proizvodnje salate od sjemena do gotovog proizvoda traje u ljetu 45-50 dana, a u zimi oko 90 dana uz dodatno zagrijavanje plastenika te uporabu dodatne rasvjete. Kao što je na Sveučilištu Cornell znanstveno dokazano intenzitet i kvaliteta svjetlosti imaju velik utjecaj i presudno je u razvoju boljaka. Najčešće korišten tip rasvjete u zaštićenim prostorima su HID lampe koje zbog 15 minutnog zagrijavanja prije početka rada i nemogućnosti ponovnog uključivanja odmah nakon što se isključe postavljaju ograničenja u automatizaciji kontrole uzgojnih uvjeta pomoću računalnih programa. Da bi se takav nedostatak izbjegao u Luxar AG koriste se modernije LED lampe. Osim dodatne svjetlosti na razvoj biljaka veliki utjecaj ima i koncentracija ugljčnog dioksida u atmosferi proizvodnog prostora. Znanstvenici su dokazali da obogaćivanje zraka s ugljičnim-dioksidom potiče rast C3 biljaka ako su u isto vrijeme zadovoljeni ostali uzgojni uvjeti, te da koncentracija od 1000 ppm povećava prinos i do 50 % (Ferentinos i suradnici, 2000.). U Luxar AG se konstantno prati razina CO_2 te se pomoću CO_2 generatora dozira u plinovitom stanju i održava u optimalnoj razini. Berba salate u Luxar AG je potpuno automatizirana uz poštivanje visokih higijenskih standarda, a brendirani proizvod Luxarica je kvalitetan i zdravstveno ispravan proizvod. Proizvodnju tako kvalitetnog proizvoda omogućuje optimalna kombinacija tehnologije i ljudskog faktora, što podrazumijeva u ovoj proizvodnji izostanak zaštitnih sredstava i optimalno korištenje hranjiva i kvalitetne vode. Spojem navedenih tehnologija, zahvata i ostalih faktora postignut je prinos salate u ljetnom periodu od 01.06 do 15.07.2012 od 3,75 kg/m^2. Pakiranje salate u Luxar AG izvodi se kao što je ranije spomenuto u potpunosti automatiziranom procesu uz poštivanje visokih higijenskih standarda. Salata se pakira u PVC

vrećice vretenastog oblika koje imaju na sebi dizajnirane rupice za protok zraka, pakira se zajedno s korijenom radi boljeg i dužeg čuvanja svježine salate. Salata se distribuira po trgovačkim lancima u Hrvatskoj gdje ima još dosta prostora za daljnji napredak jer još uvijek se više salate uvozi nego što se proizvede u Hrvatskoj, a jedan dio se izvozi na strana tržišta. Trgovački lanci salatu otkupljuju po glavici, te je tako i prodaju. Luxar AG je ekološki osviještena tvrtka koje vodi računa o pravilnom zbrinjavanju nusprodukata (otpadne hranjive otopine) i ambalažnog otpada. Tome doprinosi i uporaba biomase kao izvora energije za toplovodno grijanje.

6. ZAKLJUČAK

Danas postoje sve veći problemi na globalnoj razini uzrokovani nedostatkom i to prije svega zdrave energetski visoko vrijedne hrane. U razdoblju između 2007. i 2009. godine bilo je oko 60 pobuna u svijetu nastalih zbog gladi. Iako je današnji svijet moderan, činjenica je da oko 2 milijuna ljudi godišnje umire od posljedica gladi. Zbog činjenice da se broj stanovnika na zemlji intenzivno povećava postoji svijest da se povećavaju potrebe za hranom i vodom. Dosada, tradicionalni pristup proizvodnje hrane zahtijeva prije svega kvalitetno i plodno tlo te dovoljne količine vode. Trenutačan broj stanovnika na Zemlji iznosi oko 7 milijardi, u slijedećih 20 godina, a prema nekim prognozama i puno ranije na Zemlji bi broj stanovnika iznosio oko 10 milijardi. Tradicionalnom poljoprivrednom proizvodnjom tada ne bi bilo moguće proizvesti dovoljne količine hrane, stoga bi se veći napori i državni poticaji trebali usmjeriti ka razvoju i usavršavanju modernih metoda i tehnologija za proizvodnju hrane. Upravo hidroponski uzgoj nudi takvo jedno rješenje u proizvodnji hrane. Niz je faktora koji utječu na povećanje prinosa zbog čega se danas sve više proizvođača odlučuje za moderan hidroponski način uzgoja povrća. Jedan od razloga je bolja iskoristivost prostora zbog manjeg razmaka između biljaka. Biljke rastu bliže jedna drugoj, smanjen je razmak između redova te uporabom dodatnog umjetnog svijetla osigurano je dovoljno svjetlosti potrebne za normalan razvitak biljaka. Drugi važan razlog povećanju prinosa je veći broj proizvodnih ciklusa tokom godine jer biljke u hidroponima brže rastu i moguća je proizvodnja tijekom cijele godine. Tako se u Luxar AG godišnje provede pet proizvodnih ciklusa salate. Slijedeći važan faktor ostvarenja većih prinosa u odnosu na klasičnu proizvodnju na otvorenom je obogaćivanje atmosfere zaštićenog prostora ugljičnim dioksidom. Obogaćivanje atmosfere ugljičnim dioksidom rezultira bržim rastom salate jer je ugljični dioksid iz atmosfere jedini izvor ugljika

za biljke. Istraživanja provedena u Kanadi su pokazala da obogaćivanje atmosfere ugljičnim dioksidom povećavaju rast biljaka i do 50% (www.androidpubs.com). Jedan od najvažnijih faktora kako za klijanje sjemena tako i za daljnji razvoj usjeva je temperatura. Usjevi imaju svoje optimalne temperature i one variraju ovisno o fazama rasta biljaka. Osim spomenutih faktora važnu ulogu u postizanju visokih prinosa zauzima i optimalna opskrbljenost biljaka vodom i hranjivima. U hidroponima gnojivo se otopa u vodi i u obliku hranjive otopine biljke ga usvajaju sukladno sa svojim potrebama za razliku od tradicionalnog uzgoja u tlu na otvorenom gdje zbog atmosferskih utjecaja može doći do pojave suše ili prekomjerne vlage te do nedostatka hranjiva ili do prekomjernog usvajanja i nakupljanja u listovima salate. Ostali faktori rasta i ostvarenja prinosa koji se za razliku od tradicionalnog uzgoja u tlu na otvorenom u zaštićenim hidroponskim prostorima mogu regulirati su relativna vlaga, pH hranjive otopine, količina kisika koju prima korijen, temperatura tijekom noći i broj sati osvijetljenja po danu. Na visinu prinosa velik utjecaj imaju pojave bolesti, oštećenja uzrokovana različitim štetočinama i loši vremenski uvjeti što je u zaštićenim hidroponima svedeno na minimu. Osim navedenih prednosti nedostatak su veliki početni troškovi i troškovi grijanja, ventilacije, dodatne rasvjete. U hidroponskim sustavima u kojim se ista otopina ali nadopunjena koristi višekratno za uzgoj biljaka postoji mogućnost prenosa bolesti iz prethodnih usjeva te uništenja cijele proizvodnje. U Luxar AG takva mogućnost je isključena jer se u bazene puni otopine točno koliko je potrebno salati, te do berbe ju salata popije do kraja i bazeni ostaju gotovo suhi. Prije svakog slijedećeg proizvodnog ciklusa bazeni se dezinficiraju. Danas u Hrvatskoj još uvijek ne postoji svijest ljudi o alternativnim oblicima proizvodnje poput hidropona. Upravo Luxar AG jedan je od pionira takvog načina proizvodnje u Hrvatskoj, koji zahtijeva visoko početno ulaganje, puno stručnog znanja, sposobnost pozicioniranja na tržištu i savladavanje prepreka koje su produkt neupućenosti krajnjih potrošača. Na primjeru Luxar AG može se potvrditi da takav jedan hrabar projekt uz sve probleme koji se javljaju na ostvarenju krajnjeg rezultata može donijeti dobit ne samo investitorima u pogledu profita već i široj zajednici zbog lokalnog gospodarskog razvitka te mogućnosti proizvodnje zdrave i kvalitetne hrane u količinama koje ne bi bilo moguće proizvesti na istim površinama tradicionalnim načinom proizvodnje. Ovakav oblik proizvodnje ima sve preduvjete za uspješnu budućnost te velikih mogućnosti za daljnji razvitak.

7. LITERATURA

1. Asentić S. (1994): Plastenici & staklenici, 2. prošireno izdanje, NIP "Nova zemlja", Osijek
2. Benko B., Borošić J. (2009): Autumn lettuce production on rockwool slabs, Acta Horticulturae (2009), 807/2 ; str. 495-500??
3. Domitrović K. (2000): Materijali za izravno prekrivanje salate u plasteniku – diplomski rad, Agronomski fakultet, Zagreb
4. FAO plant production and protection paper (1990): Soilless culture for horticultural crop production, FAO of the United Nations; 101, Rome
5. International Symposium on Soilless Culture and Hydroponics (2008): Proceedings of the International Symposium on Soilless Culture and Hydroponics, Lima, Peru, August 25-28, 2008
6. Maceljski M. (2004): Štetočinje povrća s opsežnim prikazom zaštite povrća od štetnika, uzročnika bolesti i korova, Zrinski, Čakovec
7. Parađiković N. (2009): Opće i specijalno povrćarstvo, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek
8. Pavlek P. (1987): Salata - Lactuca sativa, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb
9. Thompson, Ross C. (1951): Lettuce varieties and culture, U.S. Department of Agriculture, Washington
10. Web stranice http://www.androidpubs.com
11. Web stranice Cornell Faculty: http://vivo.cornell.edu/display/individual5599
12. Web stranice Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta: http://zprojekti.mzos.hr/public/c-prikaz_det.asp?psid=4-01&ID=2696
13. Web stranice Zeleni hit :http://www.zelenihit.rs/proizvod.php?proizvod_je=221
14. Vukadinovć V.,Lončarić Z. (1997): Ishrana bilja, Poljoprivredni fakultet Osijek

8. POPIS SLIKA

Slika 1. Upravljačka jedinica (kontrola stanja otopine)

Preuzeto iz baze podataka Luxor AG

Slika 2. Sjetva u Luxar AG

Snimio: Jakov Krmpotić

Slika 3. Biofungicid Trianum G

http://boutique.crisop.fr/trianum-g-5-kg&docid=EiZYDw-NF7xTGM&imgurl

Slika 4. Isklijalo sjeme nakon 24 sata u komori

Snimio: Jakov Krmpotić

Slika 5. Automatska pneumatska sijačica

Snimio: Jakov Krmpotić

Slika 6. Rast sadnica salate

Snimio: Jakov Krmpotić

Slika 7.CO2 generator

Snimio: Jakov Krmpotić

Slika 8. Korijen salate u hidroponu

http://pinova.hr/media/2011/05/19/6748a760adf1cd62425bcd9986605761.jpg

Slika 9. Premještanje sadnica u bazen

Preuzeto iz baze podataka Luxor AG

Slika 10. Presađivanje salate

Preuzeto iz baze podataka Luxor AG

Slika 11. Zadnja razvojna faza u proizvodnji salate

Preuzeto iz baze podataka Luxor AG

Slika 12. Salata maslenka s korijenom

Preuzeto iz baze podataka Luxor AG

Slika 13. Branje i pakiranje salate

Preuzeto iz baze podataka Luxor AG

Slika 14. Brendirana salata 'Luxarica'

Preuzeto iz baze podataka Luxor AG

9. POPIS TABLICA I GRAFIKONA

Tablice: **Tablica 1.**Makro i mikro elementi u hranjivima

Tablica 2. Potreba salate za makroelementima po fazama razvoja

Tablica 3. Uvjeti uzgoja salate u Luxar AG

Grafikoni: **Grafikon 1.** Kretanje pH vrijednosti hranjive otopine

Grafikon 2. Kretanje električne provodljivosti

Grafikon 3. Kretanje količine kisika

10. SAŽETAK

Istraživanje je provedeno tijekom lipnje 2012. godine, odvijalo se u sklopu hidroponskog uzgoja salate Luxar AG. Tehnički dio istraživanja je proveden u plastenicima na području Zaprešića u kojima je praćen kompletan proces proizvodnje od sastavljanja proizvodnog kalendara, sjetve, proizvodnje presadnica i uzgoja salate pa sve do berbe, pakiranja, skladištenja i plasiranja proizvoda do krajnjih kupaca. Osim tehničkog dijela predočen je osvrt i na ostale aspekte poslovanja kao i na probleme prilikom izlaska na tržište.

Ključne riječi: salata, hidropon, uzgoj, Luxar AG, vodena kultura, zaštićeni prostor.

11. ABSTRACT

This research was conducted during June 2012 in the Luxar AG where lettuce was cultivated in hydroponics. Technical part of the research was conducted in greenhouses near the city of Zaprešić where complete production process was monitored which began with production calendar structuring and followed by transplants production, lettuce growing in hydroponics and at the end harvesting, packaging and storage of lettuce. An important point was also product market distribution placement to the end users. Except the technological part of the research, other aspects of hydroponics and some problems which producers face with while entering the production and market were examined.

Keywords: lettuce, hydroponics, growing, Luxar AG, aquaculture, protected space.

12. TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

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

Poljoprivredni fakultet Osijek

Diplomski sveučilišni studij Bilinogojstvo smjer *Ishrana bilja i tloznanstvo*

UDK:

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Poljoprivreda

HIDROPONSKI UZGOJ SALATE U LUXAR AG d.d., ZAPREŠIĆ

Jakov Krmpotić

Sažetak: Istraživanje je provedeno tijekom lipnje 2012. godine, odvijalo se u sklopu hidroponskog uzgoja salate Luxar AG. Tehnički dio istraživanja je proveden u plastenicima na području Zaprešića u kojima je praćen kompletan proces proizvodnje od sastavljanja proizvodnog kalendara, sjetve, proizvodnje presadnica i uzgoja salate pa sve do berbe, pakiranja, skladištenja i plasiranja proizvoda do krajnjih kupaca. Osim tehničkog dijela predočen je osvrt i na ostale aspekte poslovanja kao i na probleme prilikom izlaska na tržište.

Rad izrađen pri: Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Mentor: Prof. dr. sc. Nada Parađiković, redovita profesorica

Broj stranica: 41

Broj slika: 14

Broj grafikona: 3

Broj tablica: 3

Broj literarnih navoda: 22

Broj priloga: -

Jezik izvornika: Hrvatski

Ključne riječi: salata, hidropon, uzgoj, Luxar AG, vodena kultura, zaštićeni prostor.

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

4. Dr.sc. Tomislav Vinković, predsjednik
5. Prof.dr.sc. Nada Parađiković, voditelj – član
6. Prof.dr.sc. Jasenka Ćosić, član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilište u Osijeku, Kralja P. Svačića bb

13. BASIC DOCUMENT CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek **Graduate thesis**
Faculty of Agriculture
University graduate study Plant Production course Plant Nutrition and Soil Science

UDK:
Scientific area: Biotechnical Sciences
Scientific field: Agriculture

HYDROPONIC LETTUCE GROWING IN LUXAR AG d.d., ZAPREŠIĆ

Jakov Krmpotić

Abstract: This research was conducted during June 2012 in the Luxar AG where lettuce was cultivated in hydroponics. Technical part of the research was conducted in greenhouses near the city of Zaprešić where complete production process was monitored which began with production calendar structuring and followed by transplants production, lettuce growing in hydroponics and at the end harvesting, packaging and storage of lettuce. An important point was also product market distribution placement to the end users. Except the technological part of the research, other aspects of hydroponics and some problems which producers face with while entering the production and market were examined.

Thesis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek
Mentor: Prof. dr. sc. Nada Parađiković, full professor

Number of pages: 41
Number of pictures: 14
Number of charts: 3
Number of tables: 3
Number of references: 22
Number of appendices: -

Original in: Croatian

Keywords: lettuce, hydroponics, growing, Luxar AG, aquaculture, protected space.

Thesis defended on date:

Reviewers:

1. Dr.sc. Tomislav Vinković, president
2. Prof.dr.sc. Nada Parađiković, leader - member
3. Prof.dr.sc. Jasenka Ćosić, member

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja P. Svačića bb