

Utjecaj sorte i hranjive otopine na prinos salate u plutajućem hidroponu

Nina TOTH, Sanja FABEK, Božidar BENKO, Petar ŠEGON, Ivanka ŽUTIC, Sanja STUBLJAR

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska
(e-mail: ntoth@agr.hr)

Sažetak

Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj sorte i hranjive otopine na komponente prinosa lisnate salate u plutajućem hidroponu tijekom ljetnog razdoblja 2011. godine. Utvrđen je značajan utjecaj oba faktora, ali ne i njihove interakcije, na tržišni prinos i sve istraživane morfometrijske parametre rozete (biomasa, tržišna masa, promjer i broj listova), izuzev visine. Sorta 'Palmir' zelenih listova imala je opravdano veći prinos (4,3 kg/m²) od sorte 'Lunix' crvenih listova (3,5 kg/m²). Hranjiva otopina EC-vrijednosti 2,3 dS/m, kiselosti 6,1 i koncentracije otopljenog kisika 5,5 mg/L rezultirala je značajno višim tržišnim prinosom (4,13 kg/m²) od hranjive otopine veće pH- i EC-vrijednosti i manje koncentracije kisika.

Ključne riječi: *Lactuca sativa* L. var. *crispa*, ljetni rok uzgoja, rozeta, morfometrijski parametri

Effect of cultivar and nutrient solution on lettuce yield in floating hydropon

Abstract

The aim of research was to determine the effect of cultivar and nutrient solution on lettuce yield components in floating hydropon in summer growing period of 2011. There was a significant effect of the both factors, but not their interaction, on marketable yield and researched morphometric parameters of rosette (biomass, marketable mass, diameter and leaves number), except height. Green leaves cv. 'Palmir' had significantly higher marketable yield (4.3 kg/m²) than red leaves cv. 'Lunix' (3.5 kg/m²). Nutrient solution with acidity 6.1, EC-value 2.3 dS/m and dissolved oxygen concentration 5.5 mg/L resulted with significantly higher yield (4.13 kg/m²) than the solution with higher pH- and EC-value and less oxygen.

Key words: *Lactuca sativa* L. var. *crispa*, summer growing period, rosette morphometric parameters

Uvod

Hrvatsko tržište zahtijeva svježiju salatu tijekom cijele godine. Međutim, proizvodnju često ograničava temperatura zraka izvan graničnih vrijednosti potrebnih za vegetativni rast koje su prema Lešić i sur. (2004) u rasponu 12 do 20 °C, a prema Wurr i sur. (1992) 17 do 28 °C tijekom dana te 3 do 12 °C tijekom noći. Primjenom hidroponskih tehnika uzgoja lisnatog povrća u kontroliranim uvjetima zaštićenog prostora moguće je ostvariti ujednačene uvjete za razvoj korijena u kojem hranjiva, kiselost, otopljeni kisik i temperatura mogu biti precizno kontrolirani. Zadržavanjem temperature u zoni korijena između 15 i 17 °C tijekom razdoblja rasta, salata kristalka u mogućnosti je formirati kompaktne glave pri visokoj temperaturi zraka od 25 do 39 °C (Lee i Cheong, 1996). Thompson i sur. (1998) navode da je za produkciju suhe tvari salate optimalna jednaka temperatura zraka i hranjive otopine (24 °C). Zbog potrebe uzgoja salate umjerenih

temperaturnih zahtjeva u ljetnom razdoblju, daljnjim istraživanjem ustanovili su da održavanje temperature hranjive otopine na 24 °C u zoni korijena u plutajućem hidroponu, osigurava maksimalan rast biljaka uz minimalne gubitke čak u uvjetima povećane temperature zraka iznad 30 °C. Toth i sur. (2008) potvrđuju navedeno ostvarenim prinosom „baby leaf“ salate (2,2 kg/m²) u plutajućem hidroponu u podjednakim uvjetima ljetnog uzgoja. Slične rezultate Fabek i sur. (2011) navode u proljetnom roku uzgoja matovilca (2,0 kg/m²) u plutajućem hidroponu s temperaturom zraka/hranjive otopine 23,4 °C/18,8 °C. Međutim, Kacjan Maršić i Osvald (2002) glavnim uzrokom netrznog prinosa, nekompaktnosti glava i izduživanja stabljike u hidroponskom, ljetnom uzgoju salate glavatice, navode nemogućnost zadržavanja temperature hranjive otopine ispod 24 °C uz srednju dnevnu temperaturu zraka u rasponu 19 do 31 °C. Veći broj autora (Yoshida i sur., 1997; Serio i sur., 2001; Kacjan Maršić i Osvald, 2002; Conversa i sur., 2004; Samarakoon i sur., 2006; Seo i sur., 2009) istraživao je utjecaj sastava, elektroprovodljivosti, kiselosti i koncentracije otopljenog kisika hranjivih otopina na komponente prinosa salate u cilju odabira najprimjerenijih obzirom na svrhu i uvjete uzgoja. U Hrvatskoj je sve popularnija komadna prodaja rozete, odnosno, glavice salate mase između 150 i 250 g, a zbog lakšeg odvajanja, čišćenja i pranja listova sve je traženija lisnata salata koja formira rozetu, a ne čvrstu glavicu. Zbog navedenog te neopremljenosti većine hrvatskih zaštićenih prostora energetskim zavjesama i opremom za hlađenje zraka, razvidna je potreba istraživanja mogućnosti uzgoja lisnate salate u ljetnom razdoblju u zaštićenom prostoru najjednostavnijom hidroponskom tehnikom, plutajućim hidroponom bez sustava za hlađenje hranjive otopine. Istraživanje utjecaja sorte i hranjive otopine na glavne komponente prinosa hidroponski uzgajane lisnate salate provedeno je u opisanim uzgojnim uvjetima, s ciljem utvrđivanja kombinacija sa zadovoljavajućim tržišnim prinosom i potrošačima privlačnim morfološkim svojstvima rozete.

Materijal i metode

Istraživanje je provedeno u ljetnom razdoblju 2011. godine na pokušalištu Zavoda za povrćarstvo Agronomskog fakulteta u Zagrebu u negrijanom zaštićenom prostoru bez sustava za hlađenje i energetskih zavjesa. U bazenima (4 m × 2 m × 0,2 m) namijenjenim hidroponskom uzgoju povrća sustavom plutajućih ploča (plutajući hidropon), testirane su dvije modificirane hranjive otopine. U bazenu A hranjiva otopina pripremljena je prema Pimpiniju (2005), a u bazenu B prema Sonneveldu (1987) s većim udjelom kalijevog i kalcijevog nitrata. Dvofaktorijski pokus postavljen po split-plot metodi u 5 ponavljanja uključivao je dvije sorte lisnate salate (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) iz hrastolisne skupine: 'Lunix' crvenih listova i 'Palmir' zelenih, obje srednje čvrstih rozeta. Sjetva piliranog sjemena obavljena je 27. svibnja u kocke kamene vune (3,5 cm × 3,5 cm). Presadnice su do sadnje uzgajane u hranjivoj otopini pripremljenoj iz NPK mineralnog gnojiva Polyfeed 11-44-11. Presadnice s razvijenih 4 do 5 listova umetnute su u košarice krutog polietilena i 20. lipnja raspoređene na polistirenske ploče u otvore razmaka 0,2 m × 0,2 m, čime je ostvaren sklop od 25 biljaka/m². Osnovna parcela površine 0,8 m² imala je 20 biljaka. Tijekom 18 dana vegetacije od sadnje do berbe svakodnevno su praćeni abiotski parametri hranjive otopine (temperatura, pH- i EC-vrijednost, koncentracija otopljenog kisika i visina stupca) te zraka (minimalna i maksimalna temperatura i vlažnost). U razdoblju vegetacije hranjiva otopina u oba bazena svakodnevno je obogaćivana kisikom, ali nije nadopunjavana niti korigirana. Kemijska analiza hranjivih otopina standardnim analitičkim metodama (AOAC, 1995) provedena je na početku i kraju vegetacije salate. Prilikom jednokratne berbe 7. srpnja na 5 reprezentativnih biljaka svakog tretiranja obavljena je morfometrija (biomasa, tržišna masa, promjer, visina i broj listova) rozeta, a tržišni prinos je utvrđen na osnovu svih 20 biljaka pojedinog tretiranja. Utjecaj sorte i sastava hranjive otopine na istraživane parametre utvrđen je analizom varijance (SAS, 1999).

Rezultati i rasprava

U tablici 1. prikazane su dnevne i prosječne vrijednosti abiotskih čimbenika hranjive otopine i zraka u vegetacijskom razdoblju salate. Srednja relativna vlažnost zraka bila je umjerena (44 do 55 %) te unutar pogodnih vrijednosti za uzgoj salate (30 do 70 %). Srednja dnevna temperatura zraka od sadnje do berbe salate bila je u rasponu 22,8 do 33,4 °C, međutim, tijekom 2/3 vegetacije (12 dana) bila je viša od 24 °C, odnosno, optimalne temperature zraka za rast salate koju navode Thompson i sur. (1998). Minimalna dnevna temperatura zraka kretala se od 11,9 do 19,6 °C, dok je maksimalna dnevna temperatura svih 18 dana vegetacije bila ≥ 30 °C. Također, Thompson i sur. (1998) ističu da je hidroponski uzgoj salate moguć i u uvjetima povišene dnevne temperature zraka (>31 °C), ali pod uvjetom optimiziranja temperature u

području korijena, odnosno, hranjive otopine na 24 °C. Rezultati ovog istraživanja ukazuju da je temperatura hranjivih otopina bila viša od preporučene optimalne, prosječno u bazenu B za 3,6 °C, a u bazenu A za 5,8 °C. Viša temperatura hranjivih otopina posljedica je slabije mogućnosti njihovog prirodnog hlađenja tijekom noći zbog potpune prekrivenosti vodene površine polistirenskim pločama koje su dobar izolator. Na manju razliku u temperaturi između hranjivih otopina u bazenu A i B (2,2 °C) utjecala je razlika u njihovom volumenu. U bazenu A svakodnevno je bilježen manji volumen hranjive otopine (podaci visine stupca nisu prikazani), odnosno, veća potrošnja hranjive otopine uslijed bržeg rasta biljaka u hranjivoj otopini prema Pimpiniju. Koncentracija otopljenog kisika u bazenu A i B bila je podjednaka (5,5 i 5,0 mg/L) i dostatna jer Goto i sur. (1996) te Chun i Takakura (1994) kao kritičnu koncentraciju otopljenog kisika za disanje korijena salate u otopini navode 2,0, odnosno, 2,5 mg/L. Dnevna pH-vrijednost hranjive otopine bila je u rasponu 5,4 do 6,9 u bazenu A te 5,4 do 7,1 u bazenu B pa je prosječna pH-vrijednost za razdoblje uzgoja bila podjednaka (6,1 i 6,3). Dobiveni rezultati sukladni su kretanju kiselosti hranjive otopine koje su u hidroponskom uzgoju salate u ljetnom roku uzgoja zabilježili Kacjan Maršić i Osvald (2002). Hranjiva otopina prema Pimpiniju (bazen A) imala je dnevnu EC-vrijednost u rasponu 2,1 do 2,6 dS/m te manju prosječnu vrijednost (2,3 dS/m) za razdoblje uzgoja u odnosu na otopinu prema Sonneveldu u bazenu B.

Tablica 1. Dnevne i prosječne vrijednosti abiotičkih čimbenika hranjive otopine i zraka tijekom hidroponskog uzgoja lisnate salate, Zagreb, ljeto 2011.

Datum	Hranjiva otopina								Zrak			
	Temperatura (°C)		pH		E.C. (dS/m)		Kisik (mg/L)		Temperatura (°C)		Relativna vlažnost (%)	
	A*	B**	A	B	A	B	A	B	Min	Max	Srednja	
21.6.	24,8	23,1	6,5	6,8	2,3	2,3	5,9	6,0	11,9	35,2	23,6	53
22.6.	24,9	23,6	6,8	6,9	2,3	2,3	5,8	5,9	18,2	32,5	25,4	51
23.6.	25,8	24,5	6,9	6,7	2,3	2,3	5,6	5,9	19,6	37,1	28,4	46
24.6.	29,5	25,3	6,6	7,1	2,3	2,3	5,2	5,8	18,9	36,8	27,9	44
25.6.	29,4	25,2	6,5	6,1	2,3	2,5	5,3	5,9	16,6	30,0	23,3	55
26.6.	29,2	25,1	6,5	6,2	2,2	2,9	5,6	6,0	17,4	32,0	24,7	46
27.6.	29,1	24,9	6,5	6,4	2,1	2,7	5,9	6,1	15,8	30,4	23,1	47
28.6.	29,7	25,3	6,5	6,4	2,2	2,8	5,9	6,2	18,3	33,0	25,7	48
29.6.	30,3	26,3	6,3	6,6	2,1	2,8	6,8	6,4	17,2	35,5	26,4	44
30.6.	30,9	28,3	6,1	6,6	2,2	2,6	5,9	4,5	19,3	35,5	27,4	45
1.7.	30,1	28,2	6,1	6,6	2,3	2,8	5,7	4,3	18,2	35,9	27,1	45
2.7.	31,3	30,1	5,6	5,6	2,4	2,8	5,4	4,2	16,8	30,4	23,6	54
3.7.	32,5	31,6	5,6	5,7	2,4	2,9	5,1	4,2	14,1	31,5	22,8	45
4.7.	33,8	32,8	5,6	6,2	2,3	2,9	4,9	4,2	14,2	31,6	22,9	47
5.7.	35,8	35,1	5,6	5,4	2,4	2,9	5,5	3,3	18,6	35,1	26,9	46
6.7.	32,5	31,9	5,6	5,8	2,4	2,9	5,0	3,7	17,3	34,6	26,0	52
7.7.	30,2	29,2	5,4	5,7	2,5	2,9	4,9	3,4	17,6	42,2	29,9	49
8.7.	26,8	27,0	5,4	5,7	2,6	2,9	4,9	3,6	18,3	48,4	33,4	45
Prosjeck	29,8	27,6	6,1	6,3	2,3	2,7	5,5	5,0	17,1	34,9	26,0	48

*A – modificirana hranjiva otopina prema Pimpiniju; ** B – modificirana hranjiva otopina prema Sonneveldu

Analizom varijance utvrđen je opravdani utjecaj oba istraživana faktora, sorte i hranjive otopine, na tržišni prinos i sve promatrane morfometrijske parametre rozete (biomasa, tržišna masa, promjer i broj listova), izuzev visine (Tablica 2.). Bez obzira na istraživane faktore i njihovu interakciju, visina rozete je bila vrlo ujednačena, u rasponu od 16,8 do 17,8 cm. Odnos visine i promjera rozete, podjednak kod obje sorte ('Lunix' 1:1,2 i 'Palmir' 1:1,3-1,4) ukazuje da visoka temperatura zraka i hranjivih otopina nije uzrokovala izduživanje rozeta. Suprotno, pri sličnim mikroklimatskim uvjetima u hidroponskom uzgoju salate glavatice, Kacjan Maršić i Osvald (2002) zapažaju napredovanje izduživanja stabljike i izostanak formiranja kompaktnih glavica. Sorta 'Palmir' zelenih listova imala je rozete značajno veće biomase (219 g), tržišne mase (184 g), promjera (23,2 cm) i broja listova (27,4) nego sorta 'Lunix' crvenih listova (165 g, 149 g, 20,1 cm i 23,5). Također uz statističku opravdanost, sorta 'Palmir' ostvarila je 20 % veći tržišni prinos (4,31 kg/m²) od sorte 'Lunix' (3,47 kg/m²). Uzgoju lisnate salate pogoduje hranjiva otopina prema Pimpiniju, manje pH- (6,1) i EC-vrijednosti (2,3 dS/m) obzirom na statistički značajno veću biomasu, tržišnu masu i broj listova rozete (197 g, 170 g i 27,4) te veći tržišni prinos (4,13 kg/m²). Manji broj listova rozete (23,5) zabilježen pri višoj EC-vrijednosti (2,7 dS/m) hranjive otopine prema Sonneveldu, odgovara navodima Samarakoona i sur.

(2006) koji su utvrdili najmanji broj listova (15) pri EC-vrijednosti 3 dS/m. Prosječna tržna masa rozete u ovom istraživanju (166 g) nešto je veća od mase rozete lisnate salate (134 g) koju navode Seo i sur. (2009), ali manja nego što u sličnim istraživanjima sa salatnom glavaticom u tipu kristalke navode Benko i sur. (2009), Kacjan Maršić i Osvald (2002) te Conversa i sur. (2004). Iako je u svim istraživanim parametrima izostala statistička opravdanost interakcije faktora, s najvećim vrijednostima, kao relativno najbolja, ističe se kombinacija sorte 'Palmir' × hranjive otopine prema Pimpiniju.

Tablica 2. Utjecaj sorte i hranjive otopine na morfometrijske parametre rozete i tržni prinos hidroponski uzgajane lisnate salate, Zagreb, ljeto 2011.

Tretman	Morfometrijski parametri rozete					Tržni prinos (kg/m ²)
Sorta	Biomasa (g)	Tržna masa (g)	Broj listova	Promjer (cm)	Visina (cm)	
Lunix	165	149	23,8	20,1	16,9	3,47
Palmir	219**	184**	27,1*	23,2**	17,6	4,31**
Hranjiva otopina ^x						
A	197*	170*	27,4**	21,3	17,3	4,13**
B	187	163	23,5	22,0**	17,3	3,65
Sorta x Hranjiva otopina ^y						
Lunix x A	167	151	25,8	19,9	16,8	3,70
Lunix x B	162	147	21,8	20,3	17,1	3,23
Palmir x A	226	188	29,0	22,7	17,8	4,55
Palmir x B	212	179	25,2	23,6	17,5	4,06

* razina signifikantnosti $P \leq 0,05$; ^xA – modificirana hranjiva otopina prema Pimpiniju; ** razina signifikantnosti $P \leq 0,01$; B – modificirana hranjiva otopina prema Sonneveldu; ^y bez statističkih razlika (n.s.)

Zaključci

Temeljem ostvarenog prosječnog tržnog prinosa (3,89 kg/m²) zaključuje se da je uzgoj lisnate salate u plutajućem hidroponu tijekom ljetnog razdoblja moguć i pri višim temperaturama zraka/hranjive otopine (26,0 °C/28,7 °C) od optimalnih (24,0 °C/24,0 °C). Obje sorte 'Palmir' i 'Lunix' formirale su rozete očekivane srednje kompaktnosti, bez izduživanja stabljike. Kombinacija sorte 'Palmir' × hranjive otopine prema Pimpiniju (prosječnih vrijednosti: pH 6,1, EC 2,3 dS/m i koncentracija otopljenog kisika 5,5 mg/L) zbog relativno najviših vrijednosti svih istraživanih parametara perspektivna je za praksu i daljnja istraživanja.

Literatura

- Benko B., Borošić J., Novak B., Toth N., Fabek S., Žutić I. (2009). Autumn lettuce production on rockwool slabs. *Acta Horticulturae* 807 (2): 495-500.
- Chun C., Takakura, T. (1994). Rate of root respiration of lettuce under various dissolved oxygen concentration in hydroponics. *Environment Control in Biology* 32(2):125-135.
- Conversa G., Santamaria P., Gonnella M. (2004). Growth, yield and mineral content of butterhead lettuce grown in NFT. *Acta Horticulturae* 659: 621-628.
- Fabek S., Toth N., Benko B., Borošić J., Žutić I., Novak B. (2011). Lamb's lettuce growing cycle and yield as affected by abiotic factors. *Acta Horticulturae* 893: 887-894.
- Goto E., Both A.J., Albright L.D., Langhans R.W., Leed A.R. (1996). Effect of dissolved oxygen concentration on lettuce growth in floating hydroponics. *Acta Horticulturae* 440: 205-210.
- Kacjan Maršić N., Osvald J. (2002). Effects of different nitrogen levels on lettuce growth and nitrate accumulation in iceberg lettuce (*Lactuca sativa* var. *capitata* L.) grown hydroponically under greenhouse conditions. *Gartenbauwissenschaft* 67 (4): 128-134.
- Lešić R., Borošić J., Ćustić M., Poljak M., Romić D. (2004). Povrćarstvo, Zrinski, Čakovec.
- Pimpini, F., Giannini, M., Lazzarin, R. 2005. Ortaggi da foglia da taglio. Veneto Agricoltura, Padova.
- Samarakoon U.C., Weerasinghe P.A., Weerakkody W.A.P. (2006). Effect of electrical conductivity [EC] of the nutrient solution on nutrient uptake, growth and yield of leaf lettuce (*Lactuca sativa* L.) in stationary culture. *Tropical Agricultural Research* 18:13-21.

- Seo M.W., Yang D.S., Kays S.J., Kim J.H., Woo J.H., Park K.W. (2009). Effects of nutrient solution electrical conductivity and sulfur, magnesium, and phosphorus concentration on sesquiterpene lactones in hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Scientia Horticulturae* 122: 369-374.
- Serio F., Elia A., Santamaria P., Ruiz Rodriguez G., Conversa G., Bianco V.V. (2001). Lettuce growth, yield and nitrate content as affected by electrical conductivity of nutrient solution. *Acta Horticulturae* 559: 563-568.
- Sonneveld C., de Krey C. (1987). Nutrient solutions for vegetables and flowers grown in water or substrates *Voedingsoplossingen glastuinbouw* 8: 14.
- Thompson H.C., Langhans R.W., Both A.J., Albright L.D. (1998). Shoot and root temperature effects on lettuce growth in a floating hydroponic system. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 123(3): 361-364.
- Toth N., Borošić J., Fabek S., Benko B., Novak B. (2008). Leafy vegetables grown in floating system. Book of abstracts of 43rd Croatian and 3rd International Symposium on Agriculture p: 132,
- Yoshida S., Kitano M., Educhi H. (1997). Growth of lettuce plants (*Lactuca sativa* L.) under control of dissolved O₂ concentration in hydroponics. *Biotronics* 26: 39-45.
- Wurr D.C.E., Fellows J.R., Hambridge A.J. (1992) Environmental factors influencing head density and diameter of crisp lettuce cv. Saladin. *Journal of Horticultural Science* 67(3): 395-401.

sa2012_0417