

Morfološka svojstva koprive (*Urtica dioica* L.) u plutajućem hidroponu

Nevena Opačić, Jana Šic Žlabur, Lucijan Sikirić, Sanja Fabek Uher, Božidar Benko, Nina Toth, Sanja Radman

¹Agronomski fakultet, ¹Sveučilište u Zagrebu, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska
(nopacic@agr.hr)

Sažetak

Hidroponski uzgoj koprive u zaštićenom prostoru omogućuje dostupnost biljnog materijala kroz duži period godine uz veće prinose te bolju kvalitetu herbe u odnosu na uzgoj na otvorenom. Cilj istraživanja bio je odrediti komponente prinosa te prinos svježe herbe koprive uzgajane tehnikom plutajući hidropon u dvije hranive otopine različitog sastava kroz dva roka košnje. Bolji utjecaj na promatrana morfološka svojstva imala je otopina s manjom količinom hraniva (Jensen, EC = 1,7 mS cm⁻¹) u odnosu na otopinu s većom količinom hraniva (Cooper, EC = 3,0 mS cm⁻¹). Kombinacija pojedine otopine i 2. roka košnje ostvarila je značajno veći prinos koprive u odnosu na 1. rok košnje (2,3 kg m⁻² i 1,8 kg m⁻²).

Ključne riječi: hidroponski uzgoj, hraniva otopina, prinosi, morfologija

Uvod

Kopriva (*Urtica dioica* L.) je višegodišnja samonikla biljna vrsta koja uz farmakološku upotrebu postaje sve popularnija među potrošačima kao prehrambena namirnica. Najčešće se sakuplja iz prirode, no takav biljni materijal je neujednačene kvalitete zbog čega se preporučuje njena kultivacija. Sve je više istraživanja vezanih za introdukciju koprive u poljoprivrednu proizvodnju i tehnologiju uzgoja. Osim uzgoja koprive na tlu, veliku pozornost stječu i hidroponski sustavi uzgoja bilja bez tla, od kojih se plutajući hidropon ističe kao tehnika koja osigurava bolje uvjete za rast i razvoj koprive (Opačić i sur., 2022.). U odnosu na uzgoj na otvorenom, hidroponski uzgoj omogućuje kontrolu abiotičkih čimbenika zaštićenog prostora i hranive otopine uz racionalno korištenje vode i hraniva (D'Anna i sur., 2003.; Nicola i sur., 2006.; Toth i sur., 2012.). S obzirom da je kopriva višegodišnja vrsta koja ima sposobnost retrovegetacije, primjenom ove tehnike uzgoja moguće ju je uzgajati tokom cijele godine što rezultira većim brojem košnji i prinosom. Proizvođači koji posjeduju zaštićene prostore opremljene za hidroponski uzgoj lisnatog povrća lako mogu prilagoditi pogon uzgoju koprive te time ostvariti dodatni prihod i veću konkurentnost na tržištu (Radman i sur., 2014.).

Cilj ovog istraživanja bio je odrediti morfološke komponente (visina biljaka, broj listova, indeks lisne površine i prinos) hidroponski uzgojene koprive u dvije otopine različitog sastava hraniva prema Jensen i Cooper recepturi (Lorenz i Maynard, 1988.) u 1. i 2. roku košnje.

Materijal i metode

Istraživanje je postavljeno na pokušalištu Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u negrijanom zaštićenom prostoru u proljeće 2021. godine. Pokus je postavljen prema slučajnom bloknom rasporedu u tri ponavljanja i uključivao je uzgoj koprive tehnikom plutajući hidropon u bazenima s 2 različite hranive otopine kroz dva roka košnje.

Sjetva sjemena koprive (B&T World Seeds, Francuska) u količini od 50 sjemenki/prorezu (1,2 g m⁻²) provedena je 11. ožujka u polistirenske ploče (0,96 m × 0,6 m) sa 102 proreza ispunjene inertnim supstratom, perlitom. Ploče su nakon naklijavanja u periodu od 7 dana nakon sjetve postavljene u bazene (3 m × 1,2 m) ispunjene hranivim otopinama prema

Rad je izvod iz diplomskog rada Lucijana Sikirića, mag. ing. agr. naslova 'Bioaktivni spojevi i morfološka svojstva hidroponski uzgojene koprive pod utjecajem otopina različitog sastava'.

recepturama Jensen i Cooper, koje su se međusobno razlikovale u količini dodanih soli (Tablica 1). Svaki bazen bio je zastupljen sa po 6 ploča pri čemu su jednu repetitiju predstavljale dvije ploče.

Tablica 1. Količine hraniva za pripremu otopina

Otopina	B1	B2
	Jensen	Cooper
Soli	mg L ⁻¹	
KNO ₃	203,4	583,9
KH ₂ PO ₄	272,1	261,6
Ca(NO ₃) ₂ × 4H ₂ O	548,7	1093,0
MgSO ₄ × 7H ₂ O	494,1	512,6
H ₃ PO ₄ (75 %)	25,4	79,3
FeEDTA (13%)	2,64	1,59
H ₃ BO ₃	1,32	0,26
CuSO ₄ × 5H ₂ O	0,13	0
CuCl ₂ × 2H ₂ O	2,38	6,08
MnSO ₄ × 4H ₂ O	0,40	0,45
ZnSO ₄ × 7H ₂ O	0,05	0
Na ₂ MoO ₄ × 2 H ₂ O	0	0,37
EC (mS cm ⁻¹)	1,7	3,0

B1 – bazen 1; B2 – bazen 2; EC - elektroprovodljivost

Tijekom uzgoja redovito su praćeni abiotski čimbenici zaštićenog prostora i hranive otopine. U cilju određivanja prinosa i morfoloških karakteristika koprive uzgojene u plutajućem hidroponu pod utjecajem otopina različitog sastava, provedene su dvije košnje. Kopriva se kosila prije cvatnje (u prehrambenu svrhu), a biljke su rezane iznad prva dva nodija, kako bi se omogućila retrovegetacija. Prva košnja obavljena je 20. svibnja 2021. (70 dana nakon sjetve) dok je druga košnja bila 8. lipnja 2021. Prilikom svake berbe utvrđen je ukupan prinos po bazenu (kg m⁻²) te je sa svake uzgojne ploče odabrano 5 reprezentativnih biljaka na kojima su izvršena sljedeća mjerenja: visina biljke (cm), broj listova, širina i duljina lista (cm). Iz podataka za širinu i duljinu lista izražen je indeks lisne površine (ILP) izračunat pomoću formule: dužina × širina lista (cm²).

Statistička obrada podataka provedena je u programu SAS Software v. 14.3 (2017.), prema proceduri PROC GLM (opći linearni model). Rezultati su podvrgnuti dvofaktorijalnoj analizi varijance (ANOVA), a utvrđene razlike između srednjih vrijednosti uspoređene su t-testom (LSD) na razini značajnosti p ≤ 0,05.

Rezultati i rasprava

Prosječna minimalna temperatura zraka u zaštićenom prostoru bila je u rasponu od 8,3 °C (1. dekada travnja) do 18,1 °C (1. dekada lipnja). Prosječna maksimalna temperatura varirala je između 29,0 °C (2. dekada travnja) i 40,6 °C (1. dekada lipnja). Prosječna vrijednost srednje temperature zraka bile je od 19,6 °C (2. dekada travnja) do 24,9 °C (3. dekada svibnja), a prosječna vrijednost relativne vlage zraka varirala je od 39 do 51 %. Optimalne temperature za rast koprive su 20 do 25 °C (Radman, 2015.) te su visoke vrijednosti maksimalnih temperatura vjerojatno izazvale temperaturni stres što se očitovalo klorotičnim promjenama i smanjenim rastom pojedinih biljaka što je vjerojatno rezultat smanjenog usvajanja hraniva uslijed visoke temperature. pH i EC vrijednosti obje hranive otopine bile su u rangu preporučenih vrijednosti (tablica 1) te su se po potrebi korigirale. U bazenu 1 (B1) prosječna EC vrijednost iznosila je 1,5 mS cm⁻¹ dok je pH varirao od 6,6 do 7,2. U bazenu 2 (B2) prosječna EC vrijednost iznosila je 3,0 mS cm⁻¹, a pH vrijednost otopine

kretala se od 6,3 do 7,1. Prema Toth i sur. (2012.) preporučeni pH otopine za uzgoj lisnatog povrća iznosi 5,8 do 6,2, što su nešto niže vrijednosti od onih ostvarenih tijekom ovog istraživanja. Tijekom uzgoja također su mjerene temperatura i količina otopljenog kisika u otopinama. Temperature otopina varirale su od 23,2 do 28,0 °C (B1), odnosno, 23,3 do 29,0 °C (B2) i rasle su s toplijim danima. Količina otopljenog kisika također se mijenjala (2,0 do 3,5 mg L⁻¹ u B1; 2,7 do 3,5 mg L⁻¹ u B2) te je u nekim slučajevima viša temperatura otopine utjecala na smanjenje količine otopljenog kisika što je u skladu s Toth i sur. (2012.).

U tablici 2 prikazan je utjecaj otopina, košnji te njihovih interakcija na prinos i morfološka svojstva koprive uzgojene u plutajućem hidroponu. Vidljiv je opravdan utjecaj glavnog faktora, otopine, na ILP dok nije utvrđen statistički opravdan utjecaj na visinu biljaka, broj listova i prinos. Podfaktor košnja statistički je značajno utjecao na visinu biljaka, broj listova i prinos, no nije utvrđen opravdan utjecaj ovog faktora na ILP. Interakcija različitih otopina i rokova košnje imala je značajan utjecaj na sva promatrana svojstva.

Tablica 2. Utjecaj otopina, košnji i njihove interakcije na prinos i morfološka svojstva hidroponski uzgojene koprive

Faktori	Tretmani	Visina biljaka (cm)	Broj listova	ILP (cm ²)	Prinos (kg/m ²)
Otopina	Jensen (J)	30,2 ^{ns}	12,3 ^{ns}	48,6 ^A	1,5 ^{ns}
	Cooper (C)	26,9 ^{ns}	10,5 ^{ns}	38,6 ^B	1,5 ^{ns}
Košnja	1. košnja (1)	20,0 ^B	13,0 ^A	40,1 ^{ns}	0,9 ^B
	2. košnja (2)	37,0 ^A	9,8 ^B	47,1 ^{ns}	2,1 ^A
Interakcija	J×1	17,6 ^C	13,3 ^A	37,33 ^B	0,7 ^B
	J×2	42,8 ^A	11,33 ^{BA}	59,90 ^A	2,3 ^A
	C×1	22,5 ^C	12,67 ^{BA}	42,93 ^B	1,2 ^B
	C×2	31,3 ^B	8,33 ^B	34,20 ^B	1,8 ^A

Različita slova pridodana vrijednostima unutar stupca predstavljaju značajno različite vrijednosti prema LSD testu, p<0,05; ns – nije signifikantno.

Premda razlika nije bila statistički opravdana, biljke uzgajane u B1 (30,2 cm) bile su više u odnosu na biljke iz B2 (26,9 cm). Podfaktor košnja pozitivno je utjecala na visinu biljaka te su više biljke izmjerene nakon 2. košnje (37,0 cm), dok je prosječna visina biljaka u 1. košnji bila 17 cm manja (20,0 cm). Interakcija J×2 rezultirala je statistički najvišim biljkama (42,8 cm), dok su kombinacije obje otopine i 1. roka košnje rezultirale najnižim biljkama (J×1 = 17,6 cm; C×1 = 22,5 cm). Prema Javornik (2016.), za razliku od rezultata ovog istraživanja, hraniva otopina je imala statistički značajan utjecaj na visinu biljaka koprive. Biljke uzgajane u otopini slabijeg sastava (EC = 2,3 mS cm⁻¹) ostvarile su veću visinu u 2. roku košnje u odnosu na 1. rok što je u skladu s ovim istraživanjem. Isti autor navodi kako su biljke uzgajane u otopini jačeg sastava (EC = 2,5 mS cm⁻¹) bile podjednake visine u oba roka košnje. Prema Radman i sur. (2014.) visina koprive uzgajane u plutajućem hidroponu ovisi o gustoći sjetve i vrsti supstrata, a u prosjeku više biljke izmjerene su nakon 1. košnje što je suprotno rezultatima ovog istraživanja.

Broj listova bio je u prosjeku nešto viši kod biljaka uzgajanih u B1 (12,3) u usporedbi s biljkama iz B2 (10,5), no razlika nije bila statistički značajna. Statistički opravdana razlika uočena je kod faktora košnja pri čemu su biljke nakon 1. košnje imale više listova (13,0) u odnosu na 2. košnju (9,8). Pri interakciji promatranih faktora, statistički najviše listova zabilježeno je kod biljaka u kombinaciji J×1 (13,3) dok su najmanje listova imale biljke u kombinaciji C×2 (8,3). Interakcije J×2 i C×1 bile su statistički istog ranga. Javornik (2016.) navodi kako otopina nije imala statistički opravdan utjecaj na broj listova koprive što je sukladno ovom istraživanju. Biljke uzgajane u otopinama različitog sastava hraniva ostvarile

su veći broj listova u 2. roku košnje u odnosu na 1. rok. U istraživanju Radman i sur. (2014.) također su više listova imale biljke nakon 2. košnje, što je u skladu s ovim istraživanjem. ILP znatno utječe na intenzitet fotosinteze i brzinu transpiracije, a time i na ukupni prinos koprive te je važno tijekom rasta i razvoja biljaka pratiti ovo svojstvo (Sabouri, 2015.). Biljke uzgajane u B1 (48,6 cm²) imale su statistički opravdano veći ILP u odnosu na biljke iz B2 (38,6 cm²) što nije bilo očekivano s obzirom da prema Radman (2015.) veće količine dušika rezultiraju značajno višim vrijednostima većine promatranih morfoloških svojstava koprive. Košnja nije statistički značajno utjecala na ILP, ali su biljke u 2. roku košnje imale veći prosječni ILP u odnosu na biljke iz 1. roka košnje. Interakcija J×2 rezultirala je opravdano najvećim ILP (59,9 cm²), dok je statistički najmanji ILP zabilježen kod kombinacije C×2 (34,2 cm²) u čijem su rangu, premda nešto veće, bile i vrijednosti iz kombinacija J×1 i C×1 (37,3 cm² i 42,9 cm²). U istraživanju Rutto i sur. (2012.) kopriva posađena u lončice tretirana je različitim količinama dušika po posudi te pri tome nije uočen statistički značajan utjecaj gnojidbe na ILP. Očekivano, viši ILP zabilježen je kod biljaka tretiranim većom količinom N po posudi, dok je najmanji ILP izmjereno u biljaka kojima nije dodan N. Navedeno je suprotno ovom istraživanju u kojem je otopina, koja sadrži manju količinu N, imala je statistički značajan pozitivan učinak na ILP. Taylor (2009.) navodi kako je za povećanje ILP potrebna veća količina dušika u hranivoj otopini ili tlu, što ovo istraživanje nije pokazalo s obzirom da su bolji rezultati ostvareni u otopini s manjom količinom dušika. Navedeno je možda rezultat slabijeg usvajanja N u otopini više EC vrijednosti koja je mogla negativno utjecati na rast i razvoj korijenskog sustava, a time i na usvajanje dušika. Otopina nije imala opravdan utjecaj na prinos (kg m⁻²) koji je u oba bazena iznosio 1,5 kg m⁻². Faktor košnja značajno je utjecala na prinos te je dvostruko veći prinos ostvaren pri 2. roku košnje (2,1 kg m⁻²) u odnosu na 1. rok košnje (0,9 kg m⁻²). Kombinacija otopine Jensen i 2. roka košnje rezultirala je najvećim prinosom (2,3 kg m⁻²), no nije bilo statističke razlike u odnosu na kombinaciju istog roka košnje i otopine Cooper (1,8 kg m⁻²). Kombinacije pojedine otopine i 1. roka košnje ostvareni su statistički najniži prinosi (J×1 = 0,7 kg m⁻² i C×1 = 1,2 kg m⁻²). Sukladno ovom istraživanju, rezultati istraživanja Javornik (2016.) ukazuju da hraniva otopina nije imala statistički opravdan utjecaj na prinos koprive uzgojene u plutajućem hidroponu. Kopriva uzgojena u otopini slabijeg sastava (EC = 2,3 mS cm⁻¹) ostvarila je veći prinos u 2. roku košnje, što je jednako trendu u ovom pokusu. Uzgoj koprive u otopini jačeg sastava (EC = 2,5 mS cm⁻¹) rezultirao je statističkim jednakim prinosom u oba roka košnje, što nije u skladu s provedenim istraživanjem. Suprotno navedenim istraživanjima, Radman i sur. (2014.) navode veći prinos koprive uzgajane u otopini Tesi (EC = 2,3 mS cm⁻¹) nakon 1. roka košnje u odnosu na 2. rok košnje.

Zaključak

Otopina Jensen, koja je u sastavu imala manju količinu hraniva (posebice N, K i Ca), imala je bolji utjecaj na visinu biljaka, broj listova i indeks lisne površine, dok je otopina Cooper imala izraženiji utjecaj na prinos. Nakon 1. košnje biljke su imale više listova, ali je u 2. roku košnje ostvaren veći prinos, biljke su bile više i s većim indeksom lisne površine. Statistički veći utjecaj na većinu morfoloških svojstava imao je podfaktor košnja u odnosu na otopine različitog sastava hraniva. Interakcija J×2 rezultirala je višim vrijednostima većine promatranih svojstava u odnosu na ostale tri kombinacije. Uz morfološka svojstva, vrlo je važna i nutritivna kvaliteta biljnog materijala te bi u budućim istraživanjima trebalo ispitati utjecaj otopina različitog sastava hraniva i rokova košnje na sadržaj specijaliziranih metabolita, minerala te akumuliranih nitrata u svježem listu koprive.

Napomena

Ovo istraživanje financirala je Hrvatska zaklada za znanost u sklopu projekta IP-2019-04-3325 URTICA-BioFuture, Nutritivna i funkcionalna vrijednost koprive (*Urtica dioica* L.) primjenom suvremenih hidroponskih tehnika uzgoja.

Literatura

- D'Anna F., Miceli A., Vetrano F. (2003). First results of floating system cultivation of *Eruca sativa* L. *Acta Horticulturae*. 609: 361-364.
- Javornik M. (2016). Utjecaj sastava hranjive otopine i gustoće sjetve na komponente prinosa hidroponski uzgojene koprive. Agronomski fakultet u Zagrebu. Doktorski rad.
- Lorenz O. A., Maynard D. N. (1988). *Knotts Handbook for Vegetable Growers*. John Wiley Sons, New York.
- Nicola S., Hoeberechts J., Fontana E. (2006). Ebb-and-flow and floating systems to grow leafy vegetables: a review for rocket, corn salad, garden cress and purslane. In VIII International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climates: Advances in Soil and Soilless Cultivation. 747: 585-593.
- Opčić N., Radman S., Fabek Uher S., Benko B., Voća S., Žlabur J. Š. (2022). Nettle Cultivation Practices—From Open Field to Modern Hydroponics: A Case Study of Specialized Metabolites. *Plants*. 11 (4): 483.
- Radman S. (2015). Utjecaj gnojidbe dušikom i načina uzgoja na kemijska svojstva dvodomne koprive (*Urtica dioica* L.). Agronomski fakultet u Zagrebu. Doktorski rad.
- Radman S., Fabek S., Žutić I., Benko B., Toth N. (2014). Stinging nettle cultivation in floating hydropon. *Contemporary Agriculture: The Serbian Journal of Agricultural Sciences*. 63 (3): 215-223.
- Rutto L. K., Ansari M. S., Brandt M. (2012). Biomass yield and dry matter partitioning in greenhouse-grown stinging nettle under different fertilization regimes. *HortTechnology*. 22 (6): 751-756.
- Sabouri A., Hassanpour Y. (2015). Predication of leaf area, fresh and dry weight in stinging nettle (*Urtica dioica*) by linear regression models. *Medicinal and aromatic plants* 4 (2): 1-6.
- SAS®/STAT 14.3. (2017). SAS Institute Inc., Cary, NC, USA
- Taylor K. (2009). Biological flora of British Isles: *Urtica dioica* L. *Journal of Ecology*. 97 (256): 1436-1458.
- Toth N., Fabek S., Benko B., Žutić I., Stubljar S., Zeher S. (2012). Učinak abiotičkih čimbenika, gustoće sjetve i višekratne berbe na prinos rige u plutajućem hidroponu. *Glasnik zaštite bilja*. 35 (5): 24-34.

Morphological characteristics of stinging nettle (*Urtica dioica* L.) in floating hydropon

Abstract

Hydroponic cultivation of nettle in greenhouses allows the availability of plant material for a longer period of the year with higher yields and better quality of the herb compared to outdoor cultivation. The aim of this study was to determine the yield components and yield of fresh nettle herb grown in floating hydroponics in two nutrient solutions with different compositions during two harvests. A solution with a lower amount of nutrients (Jensen, EC = 1.7 ms cm⁻¹) had a better effect on the observed morphological characteristics than a solution with a higher amount of nutrients (Cooper, EC = 3.0 mS cm⁻¹). The combination of each solution and the 2nd harvest produced a significantly higher nettle yield compared to the 1st harvest (2.3 kg m⁻² and 1.8 kg m⁻², respectively).

Key words: hydroponic cultivation, nutrient solution, yield, morphology