

# PLAVAJOČI HIDROPONSKI SISTEM KOT TRAJNOSTNI NAČIN GOJENJA ZELENJAVE

DRAGAN ŽNIDARČIČ

Biotehniški center Naklo, Strahinj 99, Naklo, Slovenija  
dragan.znidarcic@bc-naklo.si

**Povzetek** Za doseganje ciljev trajnostnega, do okolja prijaznega in vzdržnega kmetijstva se uporabljajo različne posodobljene prakse. Z namenom, da bi se študenti seznanili s temi praksami, na področju udejanjanja trajnostnega razvoja v kmetijskem izobraževanju potekajo različni projekti. V prispevku je predstavljena možnost gojenja listnate zelenjave v plavajočem hidroponskem sistemu, v katerem je bil za študente in zainteresirane pedagoške delavce prikazan vidik trajnostne pridelave hrane. Namen poskusa, ki je potekal od 10. maja do 12. oktobra 2020 v raziskovalnem rastlinjaku na Laboratorijskem polju BC Naklo, je bil analizirati, kako različna pridelovalna sistema (klasični talni in plavajoči hidroponski sistem) vplivata na lastnosti pridelka in kakovost glavnatega radiča (*Cyborium intybus* L.). Rastline smo gojili po načelih dobre kmetijske prakse. Sadike treh sort radiča ('Verona', 'Monivip' in 'Anivip') so bile vzgojene na setvenih ploščah s 84 celicami, ki so bile napolnjene s substratom Gramoflor za zelenjadnice. V času tehnološke zrelosti smo na naključno izbranih rastlinah ugotovili, da je glede morfoloških lastnosti in tržnega pridelka plavajoči sistem boljša izbira v primerjavi z gojenjem v zemlji. Največjo maso glavic so imele rastline sort 'Monivip' (482,6 g) in 'Anivip' (468,8 g) v plavajočem sistemu, najmanjšo maso pa rastline sorte 'Verona' (258,6 g) v talni vzgoji. Hitri laboratorijski testi so tudi pokazali, da pridelovalni sistem ne vpliva na notranjo kakovost pridelka.

**Ključne besede:**

trajnostno  
kmetijstvo,  
hidroponika,  
zelenjava,  
radič

# A FLOATING HYDROPONIC SYSTEMS FOR SUSTAINABLE VEGETABLE PRODUCTION

DRAGAN ŽNIDARČIČ

Biotechnical Centre Naklo, Strahinj 99, Naklo, Slovenia  
dragan.znidarcic@bc-naklo.si

**Abstract** In order to comply with the trends of sustainable, and environmentally friendly agriculture, we've been implementing various new practices. As we aim to familiarize students with these practices, we tend to integrate various sustainable projects into our agricultural curriculum. The following article introduces the potentiality of growing leafy vegetables in a floating hydroponic system, in which we've held a demonstration of sustainable food production for our students and teaching staff. The purpose of the experiment, which took place in the research greenhouse at the BC Naklo Laboratory Field from May 10 to October 12, 2020, was to analyze how different cultivation systems (classical soil and floating hydroponic system) affect the crop's characteristics and the quality of the chicory (*Cymborium intybus* L.). Standard agricultural practices were adopted uniformly according to crop requirements. Samplings of three radicchio varieties ('Verona', 'Monivip', and 'Anivip') have been grown on 84-cell seed plates filled with Gramoflor substrate for vegetables. When the plants attained technological maturity, we've randomly examined a few of them and therefore we could confirm that, in terms of morphological characteristics and marketable crop, the floating system is a better option in comparison to the soil cultivation system. The plants with the highest mass of the head in the floating system were the plants of the Monivip variety (482.6 g) and of the Anivip variety (468.8 g), while the plants of the Verona variety, grown in the soil cultivation, had the lowest mass of the head (258.6 g). Rapid tests have shown that the production system does not affect the internal quality of the crops.

**Keywords:**  
sustainable  
agriculture,  
hydroponics,  
vegetables,  
chicory

## 1 Uvod

Z nebrzdanim povečevanjem proizvodnje in porabe, pehanjem za materialnimi dobrinami in nenehnim večanjem gospodarske rasti smo tako močno posegli v svoj planet, da nam ta kmalu ne bo več mogel zagotavljati optimalnega bivalnega okolja. Uporabljamo namreč toliko naravnih virov, kot da bi imeli na voljo skoraj še en dodatni planet, saj za približno 75 odstotkov presegamo nosilnost planetarnega ekosistema, to pa nas vodi v nepopravljive okoljske in družbene spremembe. Samo v Sloveniji je ekološki odtis na prebivalca približno trikrat večji, kot je nosilna zmogljivost celotnega planeta. Torej, potrebovali bi tri planete, če bi prebivalci vsega sveta porabili toliko naravnih virov in tako obremenili okolje, kot to počnemo Slovenci.

To neskladje je velik izziv za današnjo družbo, in sicer še posebno v procesu sonaravnega, trajnostnega razvoja, ki bi moral upoštevati tehnološki in gospodarski napredek ob hkratnem zavedanju pomembnosti socialne (družbene) pravičnosti in okoljskih omejitev. Pri doseganju ciljev trajnostnega razvoja je zlasti pomembno kmetijstvo. Trajnostno kmetijstvo je do okolja prijazna alternativa ob intenzivni kmetijski pridelavi, saj naravne vire izkorišča v mejah njihovih nosilnih zmogljivosti. Poleg tega so trajnostne kmetijske prakse pomembne pri ohranjanju biotske pestrosti in varovanju drugih naravnih virov, kot je pitna voda (Stele in Žaucer, 2013). Gliessmann (2015) je trajnostno kmetijstvo opredelil kot celovit pristop k proizvodnji hrane, krme in drugih vlaken, ki uravnoteži okoljsko stabilnost, socialno pravičnost in gospodarsko sposobnost med vsemi sektorji, vključujoč mednarodne in medgeneracijske povezave. Todorović in Znaorja (2016) menita, da bi trajnostno kmetijstvo lahko pripomoglo k razvoju ruralnega gospodarstva (z izobraževanjem in prehodom na trajnostno kmetovanje se oblikujejo možnosti za razvoj gospodarskih dejavnosti, povezanih s kmetijstvom, kot sta na primer eko- in agroturizem), izboljšanju javnega zdravja (z omejeno uporabo pesticidov se izboljša kakovost vode in zraka, z omejevanjem uporabe antibiotikov in hormonov v živinoreji pa kakovost živalskih proizvodov), blažitvi posledic klimatskih sprememb (po eni strani prakse, ki vključujejo uporabo pesticidov, intenzivno živinorejsko proizvodnjo in uničevanje gozda, ki je naravni filter plinov, niso del trajnostnega kmetijstva, po drugi strani se lahko z gojenjem avtohtonih sort in pasem, setvijo mešanih posevkov, zastiranjem tal z organskim odpadom ali rezervoarji za zbiranje deževnice izognemo podnebnim

ekstremom) in dobrobiti živali (vključuje zdravje, dobro počutje, naravno vedenje in tudi psihološko razsežnost, da živali ne trpijo zaradi bolečin, strahu ali tesnobe).

Za doseganje ciljev trajnostnega kmetijstva se uporabljajo različne kmetijske tehnike in prakse, načela trajnostnega kmetijstva pa izhajajo iz agroekologije. Najpogosteje omenjeni in najbolj znani so nedvomno ekološko kmetijstvo in druge alternativne oblike proizvodnih kmetijskih sistemov (Borec, 2003).

Med te sisteme sodi tudi breztalno ali hidroponsko gojenje rastlin, ki nam omogoča nadzorovano pridelavo v optimalnih razmerah in ob nadzoru rasti od setve do spravila. Beseda hidroponika izhaja iz dveh grških besed: *hydro*, ki pomeni voda, in *ponos*, ki pomeni delo (Manson, 1990). Korenine lahko pri takem načinu gojenja rastejo v zraku, vodi ali različnih inertnih substratih. Ti substrati so snovi, ki v večini primerov ne spreminjajo svojih kemijskih lastnosti in lastnosti snovi, s katerimi so v stiku.

Gledano z vidika kmetijskih tehnologij je bistvena prednost takega načina pridelave pred klasičnim gojenjem v zemlji ta, da je pridelava intenzivnejša in zato dobimo večji pridelek, manj težav imamo z boleznimi in škodljivci, ni obremenjevanja podtalnice z nitrati, ker hranilna raztopina kroži v zaprtem sistemu, nimamo težav s plevelom ... Poleg tega hidroponske sisteme lahko postavimo tako rekoč povsod, kar pomeni, da nam ponujajo možnost pridelave rastlin tudi v mestnem okolju in s tem pripomorejo k trajnostnemu razvoju urbanih središč. Te sisteme lahko uredimo v zapuščenih industrijskih obratih in tako spodbudimo oživitve teh objektov, ne da bi dodatno obremenili okolje. Zaprte hidroponske sisteme lahko postavimo tudi na neizkoriščene strehe stavb. Takšne ureditve lahko pripomorejo h kakovosti bivalnega okolja z izboljšanjem mikroklimatskih razmer ter podobe in identitete urbanega prostora (Hui, 2011).

Pomemben socialni vidik takšnega načina »kmetovanja« je tudi zmanjšanje razdalje med proizvajalcem in potrošnikom pri dobavi pridelka. V verigi dobave pridelka se poenostavijo prevoz, pakiranje in shranjevanje, s čimer se zmanjšajo stroški energije (Wohlgenant, 2001). S skrajšanjem poti se zmanjšajo tudi negativni vplivi na okolje in zagotavlja dobava svežih izdelkov, hkrati pa ima potrošnik tako boljše predstavo o izvoru pridelka (Toumi in Vidal, 2010).

Ena od hidroponskih tehnik pridelovanja listnate zelenjave so tudi plavajoči sistemi. Pri tem sistemu bolj učinkovito izrabljamo vodo, ki postaja redkejši vir na območju Evrope in zahodnih držav, kjer se hidroponske prakse širijo tudi na bolj degradirana in aridna območja (Tomasi in sod., 2015).

V raziskavi, ki smo jo izvedli v raziskovalnem rastlinjaku na Laboratorijskem polju BC Naklo, smo analizirali možnost gojenja listnate zelenjave ob primeru treh sort radiča v plavajočem hidroponskem sistemu in v zemlji. Poleg tega smo študentom in zainteresiranim pedagoškim delavcem tako prikazali tudi enega od možnih načinov trajnostne pridelave hrane.

## 2 Metodologija

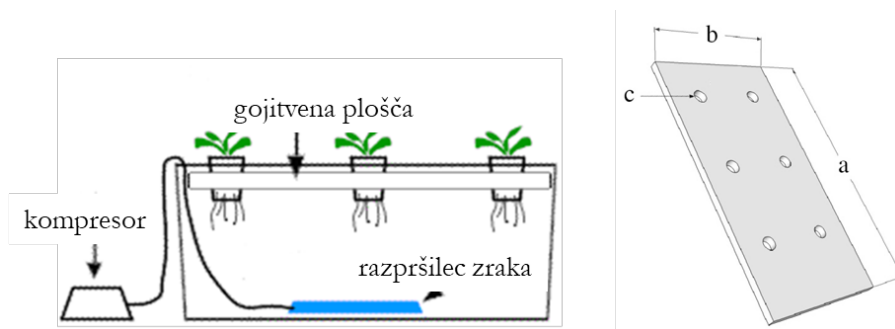
Poskus je potekal od 10. maja do 12. oktobra 2020 v raziskovalnem rastlinjaku na Laboratorijskem polju BC Naklo (nadmorska višina 420 m;  $\varphi = 46^{\circ} 16' 18''$ ;  $\lambda = 14^{\circ} 18' 56''$ ). Raziskavo z gojenjem radiča smo izvedli v plavajočem sistemu in na gredicah v zemlji. Poskus je bil zasnovan v treh ponovitvah, tako da smo imeli šest obravnavanj. V vsako posamezno ponovitev je bilo vključenih po šest rastlin.

### 2.1 Material

V poskus so bile vključene 3 sorte radiča in sicer vrtničarski sorti 'Monivip' (sorta z velikimi okroglimi glavicami zelene barve) in 'Anivip' (sorta z velikimi okroglimi glavicami vinsko rdeče barve) ter 'Verona' (sorta s koničastimi, rdečimi glavicami).

Hranilno raztopino za plavajoč sistem smo pripravili po recepturi Howarda in Resha (2009) v dveh posodah z volumnom 10 l. V prvi posodi smo v vodi raztopili makroelemente (818,8 mg/l  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , 327,9 mg/l  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , 219,7 mg/l  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 285,7 mg/l  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  in 405,6 mg/l  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) in v drugi posodi mikroelemente (2,86 mg/l  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , 2,03 mg/l  $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , 0,44 mg/l  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 0,39 mg/l  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , 0,12 Mo klorid mg/l in 50 mg/l Fe kelat).

Plavajoči sistem je bil narejen iz bazena opremljenega s sistemom za dovajanje zraka (sestavljeno iz razpršilcev zraka, dveh kompresorjev in gumijastih cevk) in gojitvenih (stiropornih) plošč.



**Slika 1: Shema plavajočega sistema in gojitvene plošče**  
(a-višina plošče 1 m, b-dolžina plošče 0,5 m, c-premer odprtine 5 cm)  
Vir: lasten

### 2.1.1 Metode dela

Seme smo posejali na gojitvene plošče s 84 vdolbnicami, ki so bile napolnjene s substratom Gramoflor za zelenjadnice. Ko so imele sadike razvite od 3 do 4 prave liste, smo jih presadili v mrežaste lončke (premera 4 cm), obložene s kameno volno. 36 dni po setvi smo lončke s sadikami razporedili v luknje na stiropornih ploščah, tako da smo na vsaki plošči imeli 6 sadik. Razdalja med sadikami je znašala 30 x 30 cm. Plošče smo nato položili v bazen.

Temperaturo zraka in vode v bazenu smo trikrat na teden merili z digitalnim termometrom med 12. in 14. uro. Sočasno smo z digitalnim prenosnim konduktometrom spremljali elektroprevodnost, z digitalnim pH-metrom vrednost pH in s prenosnim merilnikom delež kisika v hranilni raztopini. Previsoke vrednosti pH (nad 7) smo uravnavežili z dodajanjem dušikove kisline, padajoče vrednosti elektroprevodnosti (pod 1 mS/cm) pa smo uravnavežili z dodajanjem raztopine hranil.

Osnovno obdelavo gredice, ki je bila enakih dimenzij kot bazen, smo opravili s prekopnimi vilami. Na podlagi poprejšnje analize tal smo v zemljišče zadelali 320 kg/ha granuliranega gnojila (Multi Comb 13-11-20 + mikroelementi). Sadike smo na gredico ročno presadili sočasno, kot smo postavili gojitvene plošče v bazen. Med rastno dobo smo rastline po potrebi kapljično namakali in dognojevali z vodotopnim gnojilom Kristalon NPK 10-30-20 in NPK 15-5-30.

### 3 Rezultati

#### 3.1 Morfološke lastnosti pridelka

Statistična analiza je pokazala, da na višino glavic pri radiču sorta ne vpliva. Sorta 'Monivip', vzgojena v plavajočem sistemu, je sicer dosegala največjo absolutno višino ( $16,2 \pm 2,8$  cm), ki pa se ni značilno razlikovala od drugih dveh sort iz hidroponske vzgoje. Tehnologija gojenja je samo delno vplivala na ta parameter. Vse sorte v plavajočem sistemu so namreč dosegale večjo višino v primerjavi z vzgojo v zemlji, vendar smo značilno razliko zaznali le pri sorti 'Monivip'.

Tudi na širino glavic, podobno kot na njihovo višino, je bil vpliv sorte zanemarljiv. Sorti 'Monivip' ( $19,1 \pm 2,7$  cm) in 'Anivip' ( $19,4 \pm 2,6$  cm), vzgojeni v plavajočem sistemu, sta imeli širše glavice kot sorte, vzgojene na tleh. Pri sorti 'Verona' pa med hidroponsko ( $13,2 \pm 2,1$  cm) in talno tehnologijo gojenja ( $11,8 \pm 2,0$  cm) nismo zaznali značilne razlike.

Tabela 1: Morfološka analize pridelka

Tehnologija gojenja	Sorta		
	'Monivip'	'Anivip'	'Verona'
	Višina glavic (cm)		
<b>Plavajoči sistem</b>	$16,2 \pm 2,8$ Aa	$15,8 \pm 3,5$ Aa	$13,2 \pm 2,1$ Aa
<b>Zemlja (gredica)</b>	$11,4 \pm 2,5$ Ab	$10,2 \pm 3,2$ Aa	$11,8 \pm 2,0$ Aa
	Širina glavic (cm)		
<b>Plavajoči sistem</b>	$19,1 \pm 2,7$ Aa	$19,4 \pm 2,6$ Aa	$17,4 \pm 2,8$ Aa
<b>Zemlja (gredica)</b>	$14,7 \pm 2,6$ Ab	$13,8 \pm 2,7$ Ab	$15,4 \pm 2,3$ Aa
	Čvrstost glavic (1 – 5)		
<b>Plavajoči sistem</b>	$4,6 \pm 0,1$ Aa	$4,8 \pm 0,2$ Aa	$4,2 \pm 0,2$ Ba
<b>Zemlja (gredica)</b>	$4,7 \pm 0,2$ Aa	$4,5 \pm 0,2$ Aa	$4,1 \pm 0,1$ Ba
	Dolžina korenin (cm)		
<b>Plavajoči sistem</b>	$26,8 \pm 4,2$ Aa	$24,6 \pm 3,9$ Aa	$23,7 \pm 3,5$ Aa
<b>Zemlja (gredica)</b>	$16,5 \pm 3,8$ Ab	$15,4 \pm 4,1$ Ab	$16,1 \pm 5,1$ Ab

Vir: lastna raziskava

Čvrstost glavic smo ocenjevali po metodi, ki jo je opisal Gianquinto (1997), z nestrukturirano točkovno lestvico pa so jo nadgradili Žnidarčič in sod. (2004). Ocenjevalna lestvica ima 5 stopenj (ocena 1 pomeni glavico z mehko konsistenco, ocena 5 pa najbolj kompaktno glavico). Čvrstost glavic je pomembna predvsem z vidika skladiščnih sposobnosti radiča, kompaktnije glavice so namreč bolj obstojne (Vešnik in sod., 1992). Tehnologija gojenja je na čvrstost glavic vplivala le pri sorti 'Verona', ta je pri plavajočem sistemu oblikovala značilno ( $p \leq 0,05$ ) bolj čvrste glavice ( $3,9 \pm 0,3$ ) v primerjavi z glavicami radiča, gojenega na gredicah.

Vse tri sorte, ki so rasle v plavajočem sistemu, so v povprečju imele daljši koreninski sistem v primerjavi s sortami iz klasične, talne vzgoje. Pri sorti 'Monivip' smo sicer izmerili najdaljše korenine v hidroponski vzgoji ( $26,8 \pm 4,2$  cm), vendar statistična analiza ni pokazala razlike v dolžini korenin med sortami. Prav tako ni bilo značilnih razlik v dolžini korenin med sortami pri talni vzgoji.

### 3.2 Tržni pridelek

Kot je mogoče razbrati iz tabele 2, je tehnologija gojenja značilno vplivala na vse pomembnejše kriterije pridelka.

**Tabela 2: Analiza tržnega pridelka**

Tehnologija gojenja	Sorta		
	'Monivip'	'Anivip'	'Verona'
	Indeks okuženost s pepelovko (1 - 6)		
<b>Plavajoči sistem</b>	4,2 ± 0,4 Aa	4,1 ± 0,5 Aa	4,8 ± 0,6 Ba
<b>Zemlja (gredica)</b>	3,4 ± 0,3 Ab	3,2 ± 0,4 Ab	3,6 ± 0,5 Ab
	Masa glavic (g)		
<b>Plavajoči sistem</b>	482,6 ± 51,2 Aa	468,8 ± 47,8 Aa	302,4 ± 20,5 Bb
<b>Zemlja (gredica)</b>	375,1 ± 42,5 Ab	356,2 ± 35,1 Aa	258,6 ± 21,7 Ba
	Pridelek (kg/m <sup>2</sup> )		
<b>Plavajoči sistem</b>	5,3 ± 0,5 Aa	5,1 ± 0,5 Aa	3,3 ± 0,2 Aa
<b>Zemlja (gredica)</b>	4,1 ± 0,4 Ab	3,9 ± 0,4 Ab	2,8 ± 0,2 Aa

vir: lastna raziskava



Pred pobiranjem pridelka smo za oceno stopnje okuženosti rastlin z radičevo pepelovko (*Erysiphe cichoracearum* D. C.) uporabili 6-stopenjsko številčno lestvico OPPO/EPPO (1997): 1 – zdrave rastline ... 6 – več kot 50-% okuženost glavic. Vse sorte radiča v plavajočem sistemu so imele značilno ( $p \leq 0,05$ ) večji indeks okuženosti v primerjavi s sortami pri talni vzgoji.

Vse sorte, gojene v plavajočem sistemu, so v primerjavi s sortami, gojenimi v tleh, dosegle večjo maso glavic. V obeh sistemih sta značilno ( $p \leq 0,05$ ) izstopali sorti 'Monivip' in 'Anivip', ki sta imeli večjo maso glavic kot sorta 'Verona'. Hipotetično smo iz mase očiščenih glavic izračunali tudi tržni pridelek radiča. Tako na primer pri hidroponski vzgoji sorte 'Monivip' lahko pričakujemo  $5,8 \pm 0,5$  kg in pri sorti 'Anivip'  $5,1 \pm 0,5$  kg pridelka na  $m^2$ . Ob upoštevanju 15 % delovnih poti med bazeni bi torej lahko pridelali nad 50 t teh dveh sort radiča na ha.

### 3.3 Biokemične lastnosti pridelka

Za potrošnika je poleg višine zelo pomembna tudi notranja kakovost pridelka, ta pa je močno odvisna od načine pridelave. Biokemične analize na vzorčnih rastlinah smo opravili s hitrimi testi. Zračno sušino smo določili tako, da smo vzorce sušili 24 ur pri 60 °C, vsebnost vitamina C in nitratov pa z reflektometrom RQ-flex®. Rezultati biokemičnih meritev so predstavljeni v tabeli 3.

Povprečni delež sušine je bil značilno ( $p \leq 0,05$ ) večji v glavicah, ki so rasle v plavajočem sistemu. Dejavnik sorte v obeh pridelovalnih sistemih pa ni značilno vplival na delež sušine.

V literaturi najdemo podatke, da se vrednost koncentracije vitamina C giblje med 2,9 in 30 mg/100 g sveže pobranega radiča (Černe in Vrhovnik, 1992; Kastelec, 2011). V naši raziskavi so vsi vzorci presegali te vrednosti. Rastline, ki so rasle v zemlji, so v povprečju, ne glede na sorto, imele značilno ( $p \leq 0,05$ ) večjo vsebnost vitamina C v primerjavi z rastlinami v hidroponski vzgoji. Po mnenju Buckland in sod. (1991) se zaradi počasi napredujočega oksidativnega stresa v rastlinah lahko poveča vsebnost askorbinske kisline (vitamina C). Domnevamo, da je tudi v naši raziskavi v listih izbranih sort radiča pri talni vzgoji prišlo do oksidativnega stresa zaradi neenakomernega zalivanja rastlin, na kar so se rastline prilagodile s povečano

vsebnostjo vitamina C. Gledano s prehranskega vidika pa je vedenje o vsebnosti vitamina C pomemben kazalec kakovosti živila predvsem zaradi njegove občutljivosti na kemijsko in encimsko oksidacijo. Vitamin C namreč kot antioksidant pripomore h krepitvi imunskega sistema in je pomemben pri preprečevanju nastanka karcinogenih nitrozaminov v želodcu (Machlin in Hueni, 1997). Priporočen dnevni vnos vitamina C je 90 (moški nad 19 let) oziroma 75 mg (ženske nad 19 let) za odraslo osebo (DC, 2014), kar pomeni, da bi morali zaužiti okoli 250 do 300 g radiča, ki smo ga pridelali v našem poskusu, da bi zadostili dnevnim potrebam po tem živilu.

**Tabela 3: Biokemična analiza pridelka**

Tehnologija gojenja	Sorta		
	'Monivip'	'Anivip'	'Verona'
	Sušina (%)		
<b>Plavajoči sistem</b>	8,2 ± 0,2 Aa	8,4 ± 0,3 Aa	8,1 ± 0,1 Aa
<b>Zemlja (gredica)</b>	7,6 ± 0,3 Ab	7,2 ± 0,4 Ab	6,8 ± 0,5 Ab
	Vitamin C (mg/100 g)		
<b>Plavajoči sistem</b>	38,5 ± 4,6 Aa	36,7 ± 5,1 Aa	28,2 ± 3,6 Ba
<b>Zemlja (gredica)</b>	46,3 ± 3,2 Ab	48,2 ± 4,6 Ab	37,6 ± 5,2 Bb
	Nitrati (mg/kg)		
<b>Plavajoči sistem</b>	410,4 ± 40,5 Aa	420,1 ± 50,6 Aa	340,3 ± 45,6 Aa
<b>Zemlja (gredica)</b>	350,2 ± 60,8 Ab	115,8 ± 72,4 Bb	326,8 ± 80,2 Aa

Vir: lastna raziskava

Tehnologija gojenja, razen pri sorti 'Anivip' iz talne vzgoje, ni pomembneje vplivala na vsebnost nitrata. Vzorci v konvencionalni pridelavi so v povprečju vsebovali višje vrednosti nitrata, ki pa jih s statističnimi testi nismo potrdili. Prasad in Chetty (2008) ugotavljata, da listnate zelenjadnice, med katerimi je tudi radič, kopičijo največje količine nitrata (nad 1000 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/kg). Nitrati se v telesu pod vplivom mikrobioloških procesov pretvorijo v toksične nitrite, ti pa pri reakciji s hemoglobinom v krvi tvorijo methemoglobin, ki ne more vezati kisika v krvi. Zaradi morebitne toksičnosti nitrata je zakonsko predpisana zgornja meja njegovega dnevnega vnosa (Acceptable Daily Intake, ADI) v človeški organizem. Tako je trenutno veljavna vrednost sprejemljivega dnevnega vnosa 3,7 mg/kg telesne teže oziroma 222 mg nitrata na dan za odraslo osebo, ki tehta 60 kg (Speijers in van den

Brandt, 2003). Po oceni Kmetijskega inštituta v Sloveniji na dan zaužijemo 8 g radiča na prebivalca. Iz tega lahko sklenemo, da prehranjevanje z radičem ne ogroža našega zdravja zaradi kopičenja nitratov.

#### **4 Zaključek**

Urbanizacija je eden od glavnih fenomenov 21. stoletja, demografi ocenjujejo, da bo do leta 2040 v mestih živel 70 % ljudi. V povezavi s tem se zato vse bolj poudarja pomen ustreznega razvoja mest za doseganje trajnostnega razvoja in zmanjšanje vplivov na okolje. Zavedati se namreč moramo, da bodo infrastrukturne potrebe po prevozu in distribuciji hrane čedalje večje, po navedbah Vermeulen in sod. (2012) pa globalizirani živilski sistemi prispevajo od 19 do 29 % svetovnih izpustov toplogrednih plinov.

Oblika kmetovanja brez prsti na urbanih območjih je posebna trajnostna rešitev z zmanjšanjem prevoza živil, rabe tal in porabe vode ter povečanjem donosa. Zato je toliko bolj pomembno proučevati možnosti uporabe novih tehnologij, ki omogočajo nadzorovano oskrbo rastlin tako glede okoljskih dejavnikov kot tehnoloških ukrepov (varstvo pred boleznimi in škodljivci, dodajanje hranil ...). Med te tehnologije sodi tudi hidroponski način gojenja rastlin, ki omogoča njihovo natančno oskrbovanje s posameznimi elementi v želeni koncentraciji. Ob vse večji kontaminiranosti tal in ozračja bodo morda ravno takšni tehnično izpopolnjeni in nadzorovani gojitveni sistemi v prihodnosti omogočali oskrbo ljudi z zdravo hrano.

Skromen korak v povezavi z opisano problematiko smo naredili tudi v BC Naklo, kjer smo postavili pilotni plavajoči hidroponski sistem, s pomočjo katerega smo gojili listnato zelenjavo. Študentom in zainteresiranim pedagoškim delavcem smo želeli prikazati primer dobre kmetijske prakse in spodbuditi pri njih zavedanje o možnostih trajnostne in do okolja prijazne pridelave hrane.

#### **Zahvala**

Zahvala študentom BC Naklo, program Hortikultura in dr. Tadeji Primožič za odziv in angažiranost.

**Literatura**

- Borec, A., Turk, J., Lorber, L. (2003). Okoljski indikatorji in trajnostni razvoj kmetijskega prostora. Monografija. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo, 75 str.
- Buckland, S. M., Price, A. H., Hendry, G. A. F. (1991). The role of ascorbate in drought-treated *Cochlearia atlantica* Poved. and *Armeria maritima* (Mill.) Willd. *New Phytologist*, 119, 155-160. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1991.tb01019.x>
- Černe, M., Vrhovnik, I. (1992). Vrtnine, vir zdravja in naša hrana. Ljubljana, Kmečki glas: 16-63.
- OPPO/EPPO (1997). Guideline for the efficacy evaluation of fungicides. Leafspots of vegetables. Guidelines for the efficacy evaluation of plant protection products. EPPO Standards. Fungicides & Bactericides, 2, 144-149.
- Gianquinto, G. (1997). Morphological and physiological of phase transition in radicchio (*Cichorium intybus* L. var. *silvestre* Bisch.): Influence of daylength and its interaction with low temperature. *Scientia Horticulturae*, 71, 13-26.
- Gliesmann, S. R. (2015). *Agroecology: The ecology of sustainable food systems*, 3th ed., Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor & Francis. University of California, Santa Cruz, ZDA.
- Hui, S. C. (2011). Green roof urban farming for buildings in high-density urban cities. Invited paper for the Hainan China World Green Roof Conference 2011, Hainan (Haikuo, Boao and Sanya), Kitajska.
- Kastelec, I. (2011). Vsebnost vitamina c in nitratov v zelenjavi. Magistrsko delo. UL, Biotehniška fakulteta, 108 str.
- Machlin, L. J., Hueni, J. E. S. (1997). *Vitamins basics*. 2nd ed. Basel, F. Hoffmann- La Roche Ltd.
- Manson, J. (1990). *Commercial hydroponics*. Kenthurst, Kangaroo Press, 170 str.
- Wohlgenant, M. (2001) *Marketing Margins: Empirical Analysis*. V: Gardner, B. and Rauser, G., Eds., *Handbook of Agricultural Economics*, Vol. 1, Elsevier Science B.V., Amsterdam, 934-970.
- Prasad, S., Chetty, A. A. (2008). Nitrate-N determination in leafy vegetables: Study of the effects of cooking and freezing. *Food Chemistry*, 106, 772-780. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.005>
- Speijers, G. J. A., van den Brandt, P. A. (2003). Nitrite and Potential Endogenous Formation of N-Nitroso Compounds. In: WHO Food Additives Series 50, World Health Organization, Geneva.
- Stele, A., Žaucer, I. (2013). O kmetijstvu doma in drugje po EU. Statistični urad Republike Slovenije, 56 str.
- Znaor, D., Todorović, S. (2016). Poljoprivreda koja štiti prirodu. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode Republike Hrvatske, Impresum, 72. str.
- Tomasi, N., Pinton, R., Costa, L., Cortella, G., Terzano, R., Mimmo, T., Scampicchio, M. Gescio, S. (2015). New 'solution for floating cultivation system of ready-to-eat salad: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 46, 267-276. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.08.004>
- Toumi, S., Vidal, R. (2010). A Comparison of Urban Agriculture and Short Food Chains in Paris and Tunis. *Urban Agric. Mag.* 31-34.
- Vergote, N., Vermeulen, J. (2012). Recirculation aquaculture system (RAS) with tilapia in a hydroponic system with tomatoes. *Acta Horticulturae*, 927. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.927.6>
- Vešnik, F., Žilić, D., Dobričević, N. (1992). Održivost i čuvanje glavatog radiča. *Agronomski glasnik*, 6, 419-426.
- Žnidarčič, D., Osvald, J., Trdan, S. (2004). Plant characteristics for distinction of red chicory (*Cichorium intybus* L. var. *silvestre* Bisch.) cultivars grown in central Slovenia. *Acta Agriculturae Slovenica*, 83, 251-260.