



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



UTJECAJ SUPSTRATA NA PRINOS I NUTRITIVNU VRIJEDNOST MLADIH IZDANAKA POVRĆA I SUNCOKRETA

DIPLOMSKI RAD

Tamara Brlek

Zagreb, rujan, 2019.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

Hortikultura - Povrćarstvo

UTJECAJ SUPSTRATA NA PRINOS I NUTRITIVNU VRIJEDNOST MLADIH IZDANAKA POVRĆA I SUNCOKRETA

DIPLOMSKI RAD

Tamara Brlek

Mentor: doc. dr. sc. Sanja Fabek Uher

Neposredni voditelj: Nevena Opačić, mag. ing.

Zagreb, rujan, 2019.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Tamara Brlek**, JMBAG 0178099666, rođena dana 15.01.1996. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

UTJECAJ SUPSTRATA NA PRINOS I NUTRITIVNU VRIJEDNOST MLADIH IZDANAKA POVRĆA I SUNCOKRETA

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studentice



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZVJEŠĆE O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Tamare Brlek**, JMBAG 0178099666, naslova

UTJECAJ SUPSTRATA NA PRINOS I NUTRITIVNU VRIJEDNOST MLADIH IZDANAKA POVRĆA I SUNCOKRETA

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

- | | | | |
|----|-------------------------------|---------------------|-------|
| 1. | Doc. dr. sc. Sanja Fabek Uher | mentor | _____ |
| | Nevena Opačić, mag. ing. | neposredni voditelj | _____ |
| 2. | Doc. dr. sc. Sanja Radman | član | _____ |
| 3. | Doc. dr. sc. Kristina Kljak | član | _____ |

Zahvala

Od srca zahvaljujem dragoj mentorici doc. dr. sc. Sanji Fabek Uher na ukazanoj prilici, povjerenju, iznimnoj pomoći, strpljenju, lijepim riječima i prenesenom znanju tijekom studija.

Veliko hvala Neveni Opačić, mag. ing. na pomoći tijekom provedbe pokusa, svim korisnim savjetima te uvijek lijepim i pozitivnim riječima.

Hvala roditeljima na razumijevanju i podršci tijekom cijelog studija.

Veliku zahvalu dugujem i Luki na strpljenju i potpori.

Zahvaljujem se i svim prijateljicama i kolegicama, posebno Maji, Vanji, Danijeli i Katarini, uz koje je studiranje bilo lakše.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Cilj rada.....	2
2. PREGLED LITERATURE	3
2.1. Mladi izdanci	3
2.1.1. Uzgoj	5
2.1.2. Nutritivna vrijednost	8
2.1.2.1. Količina minerala	8
2.1.2.2. Količina vitamina, polifenola i antioksidacijska aktivnost	11
2.1.2.3. Usporedba nutritivne vrijednosti sjemena, klijanaca i mladih izdanaka.....	12
3. MATERIJAL I METODE.....	14
3.1. Postavljanje i provedba pokusa.....	14
3.2. Kemijska analiza uzoraka biljnog materijala	18
3.3. Statistička analiza rezultata.....	18
4. REZULTATI I RASPRAVA	19
4.1. Prinos mladih izdanaka	19
4.2. Količina suhe tvari, dušika, sirovih proteina i minerala mladih izdanaka	21
4.2.1. Suha tvar	21
4.2.2. Količina dušika i sirovih proteina.....	22
4.3. Količina minerala u svježoj tvari	24
4.3.1. Fosfor.....	24
4.3.2. Kalij	26
4.3.3. Kalcij	27
4.3.4. Magnezij	28
4.4. Količina minerala u suhoj tvari.....	30
4.5. Usporedba količine minerala s preporučenim dnevnim unosom	31
5. ZAKLJUČAK	33
6. POPIS LITERATURE	34
7. PRILOG	41
ŽIVOTOPIS	42

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Tamare Brlek**, naslova

UTJECAJ SUPSTRATA NA PRINOS I NUTRITIVNU VRIJEDNOST MLADIH IZDANAKA POVRĆA I SUNCOKRETA

Mladi izdanci, poznatiji kao 'microgreens', konzumiraju se u fazi kotiledona i nepotpuno razvijenih prvih pravih listova. Sadrže veću količinu minerala i bioaktivnih spojeva, a manje nitrata od biljaka u kasnijoj fenološkoj fazi. Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj tri supstrata (komercijalni supstrat za uzgoj presadnica, mješavina komercijalnog supstrata i perlita, juta) na prinos i mineralni sastav mladih izdanaka brokule, cikle, poriluka, graška i suncokreta. Prosječno najveći prinos mladih izdanaka utvrđen je pri uzgoju na supstratu (1128 g/m^2), a najmanji u uzgoju na juti (673 g/m^2). Primjena mješavine supstrata i perlita rezultirala je najvećom prosječnom količinom N ($7,02 \% \text{ N/ST}$), sirovih proteina ($43,85 \% \text{ SP/ST}$) i K ($394,41 \text{ mg K/100 g st}$) u mladim izdancima cikle. Najveća prosječna količina suhe tvari ($8,04 \% \text{ ST}$), fosfora ($77,96 \text{ mg P/100 g st}$), kalcija ($65,15 \text{ mg Ca/100 g st}$) i magnezija ($40,57 \text{ mg Mg/100 g st}$) mladih izdanaka utvrđena je pri uzgoju na juti.

Ključne riječi: minerali, juta, perlit, suha tvar, alternativni supstrat

Summary

Of the master's thesis – student **Tamara Brlek**, entitled

THE EFFECT OF GROWING MEDIA ON YIELD AND NUTRITIVE VALUE OF VEGETABLE AND SUNFLOWER MICROGREENS

Young shoots, known as 'microgreens', are consumed in the cotyledon stage and the incompletely developed first true leaves. They contain more minerals and bioactive compounds and less nitrates than plants in the later phenological phase. The aim of the study is to determine the effect of three substrates (commercial seedlings substrate, a mixture of commercial substrate and perlite, jute) on the yield and mineral composition of microgreens of broccoli, beetroot, leek, pea, and sunflowers. On average, the highest yield was found in cultivation on the substrate (1128 g/m²) and the lowest in cultivation on the jute (673 g/m²). Use of substrate and perlite resulted in the highest average amount of N (7.02 % N/DW), crude proteins (43.85 % CP/DW) and the highest amount of K (394.41 mg K/100 g fw) in beetroot microgreens. Jute-grown shoots had the highest average amount of dry matter (8.04 %), P (77.96 mg/100 g fw), Ca (65.15 mg/100 g fw) and Mg (40.57 mg/100 g fw).

Keywords: minerals, jute, perlite, alternative growing media

1. Uvod

Tijekom proteklih dvadeset godina interes za svježim, funkcionalnim i nutritivno vrijednim namirnicama u porastu je zbog povećane brige potrošača za zdravljem (Ebert, 2012). Potrošači su u potrazi za novim prehrambenim proizvodima koji doprinose zdravlju i dugovječnosti, a ne isključuju gastronomski užitek (Drewnowski i Gomez-Carneros, 2000). Posljednjih godina mladi izdanci (engl. *microgreens*) različitog povrća, aromatičnog bilja i žitarica često se ističu kao funkcionalna hrana zbog pozitivnog utjecaja na ljudsko zdravlje. Mladi izdanci su jedna od novijih kategorija mladih biljka na tržištu, uz klijance i mlado lisnato rezano povrće, koja se konzumira u fazi kotiledona i nepotpuno razvijenih prvih pravih listova (Di Gioia i Santamaria, 2015; Treadwell i sur., 2010). Budući da u hrvatskom jeziku nije definiran botanički termin koji bi odgovarao engleskom terminu *microgreens*, u ovom diplomskom radu će se koristiti termin mladi izdanci koji najbolje odgovara ovoj kategoriji mladih biljaka.

Mladi izdanci prvi put se javljaju u kasnim osamdesetim godinama prošlog stoljeća u San Franciscu na jelovnicima vrhunskih restorana (Di Gioia i Santamaria, 2015; Renna i sur., 2016) i od tad su stekli popularnost u restoranima i specijaliziranim trgovinama prehrambenih proizvoda u svijetu (Kyriacou i sur., 2016). Mladi izdanci (Slika 1.1.) odlikuju se živim bojama, ali i teksturom, nutritivnim sastavom te doprinose poboljšanju okusa i izgleda jela (Sun i sur., 2013; Xiao i sur., 2015; Xiao i sur., 2012).

Popularnosti mladih izdanaka doprinosi i njihov jednostavan i kratak ciklus uzgoja te konzumacija u svježem stanju pri čemu ne dolazi do gubitaka hranjivih tvari zbog izostanka termičke obrade. Mladi izdanci, u usporedbi s klijancima, imaju izraženiji okus i raznovrsnih su boja i oblika listova (Ebert, 2012). Novija istraživanja pokazala su da mladi izdanci sadrže više fitonutrijenata i minerala te manje nitrata u odnosu na biljke u kasnijoj fenološkoj fazi (Pinto i sur., 2015; Xiao i sur., 2012).

Ponuda i potražnja mladih izdanaka je pod utjecajem novih gastronomskih trendova, a izbor vrsta i sortimenta oslanja se na interakciju proizvođača s kuharima i potrošačima te upoznavanju njihovih posebnih osjetilnih svojstava (Kyriacou i sur., 2016). Mladi izdanci mogu se prodavati kao svježe ubrani ili zajedno sa supstratom na kojem rastu kako bi ih krajnji potrošač sam ubrao (Kyriacou i sur., 2016). Uglavnom se koriste vrste koje pripadaju porodicama Brassicaceae, Asteraceae, Chenopodiaceae, Lamiaceae, Apiaceae, Amarillydaceae, Amaranthceae i Cucurbitaceae (Kyriacou i sur., 2016). Vrste iz porodice

Solanaceae, kao što su rajčica, paprika i patlidžan, ne koriste se u fazi mladih izdanaka jer sadrže alkaloidne (Opačić i sur., 2016).



Slika 1.1. Mladi izdanci A – cikla, B – crveni amarant, C – gorušica, D – rotkvice, E – potočarka, F – crveni bosiljak (izvor: Xiao i sur., 2015)

Uz prethodno navedene prednosti mladih izdanaka, postoje i nedostaci u uzgoju mladih izdanaka poput niskog prinosa, brzog starenja i kratke održivosti na polici (engl. *shelf life*) koji ograničavaju širenje komercijalne proizvodnje mladih izdanaka (Kou i sur., 2013). O mladim izdancima još nema dovoljno znanstvenih podataka, ali zbog sve većeg interesa potrošača istražuje se njihov potencijal kao „superhrane” (Kyriacou i sur., 2016).

1.1. Cilj rada

Cilj ovog rada je istražiti utjecaj tri supstrata (komercijalni supstrat za uzgoj presadnica, mješavina komercijalnog supstrata i perlita, juta) na prinos i mineralni sastav mladih izdanaka brokule, cikle, poriluka, graška i suncokreta.

2. Pregled literature

2.1. Mladi izdanci

Nove kategorije mladih biljaka na tržištu razlikuju se prema veličini i starosti. Prema Treadwell i sur. (2010) razlikuju se klijanci (engl. *sprouts*) koji su najmlađi i najmanji, mladi izdanci (engl. *microgreens*) koji su stariji i nešto duži (do 5 cm) i mlado lisnato povrće za rez (engl. *baby leaf*) koje je najstarije i najduže (do 10 cm). Termini *baby leaf* i *microgreens* marketinški su termini kojima se opisuju kategorije mladih biljaka na tržištu. Iako nema botaničkog termina koji točno definira što su mladi izdanci, autori ih uglavnom slično opisuju.

Renna i sur. (2016) opisuju mlade izdanke kao mlade i nježne jestive izdanke različitih vrsta povrća, žitarica, aromatičnih i divljih jestivih biljaka. Prema Xiao i sur. (2012), to su nježni, nezreli izdanci uzgojeni iz sjemena povrća, ljekovitog i aromatičnog bilja s potpuno razvijenim kotiledonima te s ili bez prvog para pravih listova. Mladi izdanci su obično visoki 2,5 do 7,6 cm i dopijevaju za berbu 7 do 14 dana nakon klijanja (Xiao i sur., 2012). Prema Sun i sur. (2013), mladi izdanci su visine 5 do 10 cm te dopijevaju za berbu 7 do 21 dan nakon klijanja, ovisno o vrsti. Iz navedenog se može sažeti da su mladi izdanci mlade, nezrele biljke nježne strukture uzgojene iz sjemena povrća, žitarica, ljekovitih, aromatičnih i divljih jestivih biljaka. Koriste se u fazi kotiledona s ili bez prvih pravih listova, visine 3 do 10 cm, a dopijevaju za berbu 7 do 21 dan nakon klijanja ovisno o vrsti. U Tablici 2.1.1. navedene su vrste koje se komercijalno proizvode kao mladi izdanci te boja njihovih izdanaka koja kod nekih vrsta ovisi o sorti.

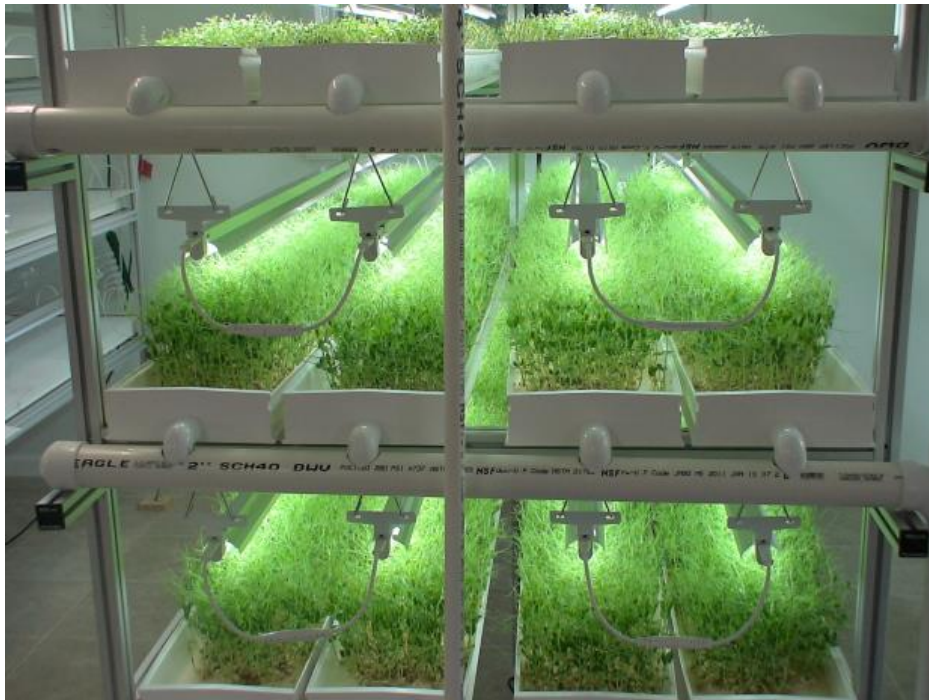
Iako su malih dimenzija, mladi izdanci pružaju širok spektar intenzivnih mirisa, oblika, boja (zelena, žuta, crvena, ljubičasta), okusa (slatko, neutralno, blago kiselo, pikantno) i teksture (nježne, hrskave, sočne). Zato se mladi izdanci upotrebljavaju za poboljšanje okusa i/ili kao jestiva dekoracija u salatama, juhama, predjelima, glavnim jelima, sendvičima, desertima, a koriste se čak i u pićima (Treadwell i sur., 2010; Renna i sur., 2016).

Tablica 2.1.1. Botanička klasifikacija vrsta koje se komercijalno proizvode kao mladi izdanci
(Izvor: Opačić i sur., 2016; Xiao i sur., 2012)

Porodica	Vrsta	Boja izdanka	
Amarillydaceae	<i>Allium cepa</i> L. var. <i>cepa</i>	luk	zelena
	<i>Allium schoenoprasum</i> L.	luk vlasac	zelena
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hypochondriacus</i> L.	amarant	crvena
Apiaceae	<i>Anethum graveolens</i> L. var. <i>hortorum</i> Alef.	kopar	zelena
	<i>Coriandrum sativum</i> L.	korijandar	zelena
Asteraceae	<i>Helianthus annuus</i> L.	suncokret	zelena
Brassicaceae	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>italica</i> Plenck	brokula	zelena
	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i>	kupus	ljubičasto zelena
	<i>Brassica rapa</i> L. ssp. <i>pekinensis</i> Hanelt.	kineski kupus	zelena
	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>sabauda</i>	kelj	ružičasto zelena
	<i>Nasturtium officinale</i> R. Brown	potočarka	zelena
	<i>Raphanus sativus</i> L. var. <i>sativus</i>	rotkvica	zeleno ljubičasta
	<i>Eruca sativa</i> Miller	riga	zelena
	<i>Brassica juncea</i> L.	smeđa gorušica	ljubičasto zelena/zelena
Chenopodiaceae	<i>Atriplex hortensis</i> L.	loboda	crvena
	<i>Beta vulgaris</i> L. ssp. <i>vulgaris</i>	blitva	crvena/žuta
	<i>Beta vulgaris</i> var. <i>conditiva</i> Alef.	cikla	crvenkasto zelena
Fabaceae	<i>Spinacea oleracea</i> L.	špinat	crvena
	<i>Phaseolus vulgaris</i> L. ssp. <i>vulgaris</i>	grah	zelena
	<i>Pisum sativum</i> L. ssp. <i>sativum</i>	grašak	zelena
	<i>Lens culinaris</i> Medicus.	leća	žuta/zelena
	<i>Cicer arietinum</i> L.	slanutak	zelena
Lamiaceae	<i>Trigonella foenum-graecum</i> L.	piskavica	zelena
	<i>Ocimum basilicum</i> L.	bosiljak	zelena/ljubičasta
Poaceae	<i>Zea mays</i> L.	kukuruz	žuta/zelena
	<i>Triticum aestivum</i> L.	pšenica	zelena
	<i>Hordeum vulgare</i> L.	ječam	zelena
	<i>Avena sativa</i> L.	zob	zelena
Polygonaceae	<i>Rumex acetosa</i> L.	kiselica	ljubičasta/zelena

2.1.1. Uzgoj

Mladi izdanci najčešće se proizvode u hidroponskim sustavima (Slika 2.1.1.1.) u kojima biljke iz hranjive otopine usvajaju sve potrebne elemente za rast. Komercijalna proizvodnja mladih izdanaka provodi se u zaštićenom prostoru (staklenici, plastenici, visoki tuneli) pri kontroliranim uvjetima kako bi se osigurala kontinuiranost proizvodnje i stalna kvaliteta uzgojenih biljaka (Opačić i sur., 2018). Također, zbog jednostavnog uzgoja mladi izdanci mogu se uzgajati za vlastitu upotrebu (hobi proizvodnja) koristeći jednostavne metode i tehnike na ograničenom prostoru (Di Gioia i Santamaria, 2015), a mogu se uzgajati i na otvorenom.



Slika 2.1.1.1. Hidroponski uzgoj mladih izdanaka tehnikom hranjivog filma (izvor: <https://growerssupply.wordpress.com>)

Supstrati koji se koriste za uzgoj mladih izdanaka su pijesak, perlit, vermikulit, treset, kora drveta te vlakna kokosa, pamuke i jute (Kyriacou i sur., 2016; Mir i sur., 2016). Prema Di Gioia i sur. (2016), poželjna svojstva supstrata su odgovarajući omjer mikropora i makropora, pH vrijednost u rasponu 5,5 do 6,5, električna provodljivost manja od 0,5 dS/m te mikrobiološka sigurnost. Miješanjem supstrata različitih svojstava u odgovarajućim omjerima, moguće je dobiti supstrat optimalnih fizikalnih, kemijskih i agronomskih svojstava ili boljih svojstava u usporedbi s primjenom samo jednog supstrata (Di Gioia i Santamaria, 2015). Treset i mješavine supstrata s tresetom predstavljaju najčešće korišteni supstrat za

uzgoj mladih izdanaka zbog njegovih optimalnih fizikalno-kemijskih svojstava, no nedostatak treseta je visoka cijena. Alternativa tresetu može biti kokosova kora koja je organskog podrijetla, no njezina fizikalno-kemijska svojstva nisu postojana te često može imati visoke koncentracije soli i biti kontaminirana gljivama i bakterijama (Prasad, 1996; Muchjajib i sur., 2015). Proizvođači, tražeći održive supstrate s nižom cijenom, istražuju mogućnost korištenja organskih nusproizvoda i odbačenih materijala iz različitih industrijskih procesa (Di Gioia i sur., 2016). Vlakanasti materijali, koji su nusproizvod u industriji vlakna i tekstila, poput vlakana pamuka, jute (slika 2.1.1.2.) i konoplje mogu predstavljati novi, jeftini i obnovljivi supstrat za uzgoj mladih izdanaka (Di Gioia i sur., 2016).



Slika 2.1.1.2. Mladi izdanci 1. brokule, 2. cikle i 3. poriluka uzgojeni na juti (Foto: T. Brlek)

Budući da su mladi izdanci tijekom uzgoja u kontaktu sa supstratom, vrlo je važno da supstrat nije mikrobiološki kontaminiran. Organski supstrati su posebno skloni mikrobiološkoj kontaminaciji patogenima poput bakterija *Salmonella* spp. i *Escherichia coli*

(Di Gioia i Santamaria, 2015). Zbog toga treba odabrati supstrate čija je mikrobiološka kvaliteta zajamčena ili one koji su bili podvrgnuti sterilizacijskim tretmanima.

Za proizvodnju mladih izdanaka potrebna je velika količina sjemena što predstavlja najveći trošak u uzgoju (Di Gioia i Santamaria, 2015). Sjeme za uzgoj ne smije biti tretirano kemijskim sredstvima protiv bolesti i štetnika, a treba biti kalibrirano, klijavosti iznad 95 % i visoke čistoće (Franks i Richardson, 2016; Di Gioia i Santamaria, 2015). Budući da sjeme može biti mikrobiološki kontaminirano, prije sjetve potrebno ga je isprati kako bi se uklonile površinske nečistoće i izbjeglo širenje kontaminacije tijekom uzgoja (Opačić i sur., 2018). Mnoge vrste brzo prokliju i rastu, dok su druge spore u tim fazama te zahtijevaju predsjetvene tretmane kojima se potiče klijanje sjemena (Lee i sur., 2004). Jedan od predsjetvenih tretmana je naklijavanje sjemena u vodi pri čemu dolazi do bubrenja sjemenke i pucanja sjemenne ljuske, a u embriju dolazi do sintetiziranja enzima za razgradnju rezervnih tvari (Opačić i sur., 2016).

Optimalna sjetvena norma u uzgoju mladih izdanaka ovisi o vrsti, masi sjemena, klijavosti i željenoj gustoći sklopa te može varirati od 1 sjemenke/cm², za vrste krupnog sjemena poput graška, slantuka i suncokreta, do 4 sjemenke/cm² za vrste sitnog sjemena kao što su potočarka, riga i gorušica (Di Gioia i Santamaria, 2015). Sjetva se obavlja ručno ili automatskim sijačicama, kod veće proizvodnje, pri čemu se sjeme ravnomjerno raspoređuje na supstrat u uzgojnim posudama (Opačić i sur., 2018). Di Gioia i Santamaria (2015) navode da se klijanje treba odvijati u tamnom prostoru pri optimalnoj temperaturi (15 do 25 °C) i pri visokoj relativnoj vlažnosti zraka (80 do 90 %).

Mladi izdanci dopijevaju za berbu nakon pojave prvih pravih listova, obično 7 do 21 dan nakon klijanja, odnosno, kod dužine 5 do 10 cm ovisno o vrsti (Opačić i sur., 2016). Berba se obavlja rezanjem biljke neposredno iznad supstrata sterilnim i oštrim škarama ili nožem. Nakon berbe, mladi izdanci se peru i hlade na 1 do 5 °C (Berba i Uchanski, 2012; Mir i sur., 2016) te pakiraju zasebno ili kao mješavina različitih vrsta u posudice ili polietilenske vrećice. Mladi izdanci mogu se prodavati i u posudama u kojima su uzgojeni kako bi ih krajnji potrošači sami ubrali (Slika 2.1.1.3.).



Slika 2.1.1.3. Mladi izdanci u uzgojnim posudama
(izvor: <https://www.oeregister.com>)

2.1.2. Nutritivna vrijednost

Posljednjih godina, zbog promjene načina života i svijesti o zdravlju među potrošačima, povećana je potrošnja mladih izdanaka zbog saznanja da sadrže visoku količinu funkcionalnih spojeva kao što su fenoli, vitamini i minerali, u usporedbi s tehnološki zrelim biljkama (Chandra i sur., 2012; Xiao i sur., 2012; Kou i sur., 2013). Razina fitonutrijenata razlikuje se ovisno o fazi rasta biljke i često se smanjuje tijekom razvoja biljke (Barillari i sur., 2005; Nakamura i sur., 2001; Ebert, 2012). Utvrđeno je da mladi izdanci sadrže veću koncentraciju bioaktivnih spojeva poput vitamina, šećera, antioksidansa i karotenoida od tehnološki zrelih biljaka (Sun i sur., 2013; Xiao i sur., 2012; Xiao i sur., 2016; Kyriacou i sur., 2019). Osim što imaju visoku nutritivnu vrijednost, mladi izdanci smatraju se funkcionalnom hranom zato što pozitivno utječu na zdravlje i/ili sprječavaju rizik od bolesti (Samuoliene i sur., 2012; Di Gioia i Santamaria, 2015).

2.1.2.1. Količina minerala

U istraživanju Pinto i sur. (2015) utvrđena je veća količina kalcija (Ca), željeza (Fe), mangana (Mn), selen (Se) i molibden (Mb) u mladim izdancima salate, dok je salata u fazi rozete imala veću količinu dušika (N), fosfora (P) i kalija (K). U istom istraživanju utvrđeno je da tehnološki zrele biljke salate imaju četiri puta veću količinu nitrata od mladih izdanaka.

Metaboliti koji nastaju tijekom razgradnje nitrata mogu uzrokovati poremećaje poput methemoglobinemije, a zeleno lisnato povrće, kao što je salata, sklono je pojačanom usvajanju i akumuliranju nitrata u listovima (Ebert i sur., 2014; Pinto i sur., 2015).

Allegretta i sur. (2019) utvrdili su veliku količinu kalija u mladim izdancima, u rasponu od 38 301 do 86 760 mg K/kg st, ovisno o vrsti. Mladi izdanci iz porodice Asteraceae imali su više K od onih iz porodice Brassicaceae. U istom istraživanju, visoka količina sumpora (S) je utvrđena u mladim izdancima iz porodice Brassicaceae, oko dva do pet puta veća od količine utvrđene u mladim izdancima iz porodice Asteraceae. Visoka količina S može se pripisati prisutnosti sekundarnih metabolita koji sadrže sumpor, tj. glukozinolate koji su tipični za biljke iz porodice Brassicaceae (Fahey i sur. 2001. – cit. Allegretta i sur., 2019).

U istraživanju Di Gioia i sur. (2016) veći prinos mladih izdanaka vrste *Brassica rapa* L. ostvaren je na tresetu, tekstilnim vlaknima i na mješavini vlakana jute i konoplje u usporedbi s komercijalnim supstratom. U istom istraživanju, mladi izdanci uzgojeni na tresetu imali su veću količinu NO_3^- , K^+ , SO_4^{2-} i Na^+ iona te manju količinu iona Cl^- , a podjednaka količina minerala utvrđena je i u izdancima uzgojenim na vlaknastim materijalima (Tablica 2.1.2.1.1.). Količina nitrata bila je 108 % veća u mladim izdancima uzgojenim na supstratu u usporedbi s izdancima uzgojenim na vlaknastim materijalima.

Tablica 2.1.2.1.1. Mineralni sastav mladih izdanaka vrste *Brassica rapa* L. uzgojenih na različitim supstratima

Supstrat	NO_3^-	HPO_4^{2-}	SO_4^{2-}	Cl^-	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+
	mg/kg st*							
Treset	1959	1,280	1,757	286	2,731	1,028	270	116
Komercijalni supstrat	986	1,441	895	520	1,341	907	288	75
Tekstilna vlakna	940	1,061	854	510	1,407	1,003	293	85
Vlakna jute i konoplje	892	1,171	765	468	1,399	942	290	84

*st – svježa tvar

(Izvor: Di Gioia i sur., 2016)

Weber (2016) je usporedila mineralni sastav mladih izdanaka salate i kupusa uzgojenih na vermikompostu i u hidroponu s mineralnim sastavom tehnološki zrelih salate i kupusa. Od 10 analiziranih minerala (P, K, S, Ca, Mg, Mn, Cu, Zn, Fe, Na) mladi izdanci kupusa i salate, uzgojeni na vermikompostu, imali su veću količinu svih minerala, osim P u kupusu te P, Mg i Cu u salati, od hidroponski uzgojenih mladih izdanaka. U usporedbi s tehnološki zrelim kupusom, bez obzira na tehniku uzgoja, mladi izdanci imali su veću količinu svih minerala. Vrlo visoka količina Fe utvrđena je u mladim izdancima kupusa uzgojenih na vermikompostu te je bila 54,6 puta veća od količine Fe u mladim izdancima iz hidroponskog uzgoja. Prema Weber (2016), mladi izdanci uzgojeni na vermikompostu bogatiji su mineralima od onih uzgojenih u hidroponu.

U istraživanju Weber (2017) testiran je utjecaj tehnika uzgoja (vermikompost i hidropon) na mineralni sastav mladih izdanaka brokule. Utvrđeno je da su mladi izdanci uzgojeni na vermikompostu imali veću količinu P, K, Mg, Mn, Zn, Fe, Ca, Na i Cu od tehnološki zrele brokule te veću količinu K, Ca, Mg, Na, Zn, Fe, Cu, i Al od mladih izdanaka uzgojenih hidroponskom tehnikom. Veća količina N utvrđena je u mladim izdancima uzgojenim u hidroponu. Bez obzira na tehniku uzgoja, mladi izdanci sadržavali su više Mg, Mn, Cu i Zn u usporedbi s tehnološki zreloom brokulom.

Waterland i sur. (2017) utvrdili su mineralni sastav tri sorte kelja u različitim fenološkim fazama (kotiledoni i 2 prava lista – mladi izdanci, 4 i 6 pravih listova - *baby leaf*, tehnološka zrelost). Ukupna količina minerala na bazi suhe tvari smanjila se rastom kelja, a u fazi kotiledona i 2 prava lista varirala je od 14,6 – 19,1 %, odnosno, u tehnološkoj zrelosti od 3,9 do 6,4 %. Količina minerala izražena u svježoj tvari bila je najveća u fazi razvijena 4 prava lista.

Xiao i sur. (2016) analizirali su mineralni sastav 30 vrsta mladih izdanaka iz porodice Brassicaceae. Količina makroelemenata mladih izdanaka (Tablica 2.1.2.1.2) varirala je ovisno o vrsti i sorti, a kod svih vrsta utvrđena je visoka količina kalija. Navedeno je sukladno rezultatima istraživanja Kyriacou i sur. (2019) te Paradiso i sur. (2018). Mladi izdanci brokule sadržavali su 2 puta veću količinu Ca, Mg i Na od biljaka ubranih u tehnološkoj zrelosti. U istom istraživanju utvrđena količina Fe, Zn, Cu i Mn u svježoj tvari bila je u rasponu od 0,47 do 0,84 mg Fe/100 g st, 0,22 do 0,51 mg Zn/100 g st, 0,04 do 0,13 mg Cu/100 g st i 0,17 do 0,48 mg Mn/100 g st. Opačić i sur. (2016) utvrdili su podjednaku količinu Fe, Zn i Cu u mladim izdancima brokule i rotkvice.

Tablica 2.1.2.1.2. Usporedba količine makroelemenata u mladim izdancima i tehnološki zrelim biljkama

Vrsta	Mladi izdanci					Tehnološki zrele biljke				
	Xiao i sur., 2016					USDA, 2018				
	Ca	Mg	P	K	Na	Ca	Mg	P	K	Na
	mg/100 g st									
Brokula	88	51	69	326	52	47	21	66	316	33
Crveni kupus	75	39	65	240	32	45	16	30	243	27
Riga	67	41	63	343	35	160	47	52	369	27
Potočarka	51	32	62	360	68	120	21	60	330	41
Kelj	98	62	59	238	65	35	28	42	230	28

2.1.2.2. Količina vitamina, polifenola i antioksidacijska aktivnost

Xiao i sur. (2012) analizirali su količinu vitamina C, E i K₁ i karotenoida (β -karoten, lutein i zeaksantin) u mladim izdancima 25 povrtnih vrsta te su utvrdili i do deset puta veći sadržaj antioksidansa u usporedbi s povrćem u tehnološkoj zrelosti. Između analiziranih vrsta, mladi izdanci crvenog kupusa, korijandra, amaranta i daikona izdvajali su se najvećim koncentracijama vitamina C, K₁, i E te karotenoida.

Prema Paradiso i sur. (2018), mladi izdanci vrsta iz porodice Brassicaceae imaju veću količinu proteina od vrsta iz porodice Asteraceae. U istom istraživanju utvrđen je nizak udio vlakana u mladim izdancima pri čemu je najveća vrijednost (0,70 g/100 g st) utvrđena u izdancima cikorijske. U izdancima vrsta iz porodice Asteraceae utvrđen je relativno visok sadržaj fruktoze.

Prema Sun i sur. (2013), mladi izdanci iz roda Brassica sadrže više polifenola u usporedbi s tehnološki zrelim biljkama .

U istraživanju Kroggel i sur. (2012) količina ukupnih fenola *baby leaf* salate varirala je od 526,9 do 1914 mg ekvivalenta galne kiseline (GAE)/kg, ovisno o roku uzgoja. Veća količina ukupnih fenola utvrđena je tijekom zimskog razdoblja istraživanja provedenog u Arizoni. Količina β -karotena i askorbinske kiseline u listovima salate varirala je od 16,1 do 32,2 mg/kg, odnosno, 23,3 do 107,0 mg/kg. Xiao i sur. (2015) utvrdili su najveću ukupnu količinu askorbinske kiseline u mladim izdancima rotkvice (680,2 mg/kg st), dok su se

izdanci cikle i crvenolisnog bosiljka izdvajali najmanjim vrijednostima (131,7, odnosno, 106,3 mg/kg st). U istom istraživanju, mladi izdanci crvenog amaranta imali su najveću količinu karotenoida. Podjednaka količina karotenoida utvrđena je i u istraživanju Xiao i sur. (2012).

U istraživanju Senevirathne i sur. (2019) mladi izdanci graška i sezama imali su najvišu antioksidacijsku aktivnost u usporedbi sa sjemenom i klijancima istih vrsta (Tablica 2.1.2.2.1.). Mladi izdanci graška izdvajali su se i visokim sadržajem ukupnih fenola. Sjemeni ovojnik graška bogata je fenolnim spojevima poput glikozida kvercetina, luteolina i apigenina (Duenas i sur., 2004). Senevirathne i sur. (2012) navode da se tijekom klijanja sjemeni povećava sadržaj nutrijenata poput antioksidansa, a smanjuje se sadržaj antinutrijenata kao što je fitinska kiselina.

Tablica 2.1.2.2.1. Sadržaj ukupnih fenola i antioksidacijska aktivnost mladih izdanaka

Vrsta	Ukupni fenoli*			Antioksidacijska aktivnost (µg/ml)		
	Sjeme	Klijanci	Mladi izdanci	Sjeme	Klijanci	Mladi izdanci
Grašak	469	686	1871	5237	2519	1830
Afričko proso	709	182	324	697	3037	4339
Sezam	120	335	4873	3149	895	772

*izraženo kao galna kiselina u mg/100g suhe tvari

(Izvor: Senevirathne i sur., 2019)

2.1.2.3. Usporedba nutritivne vrijednosti sjemena, klijanaca i mladih izdanaka

U uzgoju mladih izdanaka se uglavnom ne provodi prihrana budući da sjeme osigurava dovoljnu količinu hranjiva za rast i razvoj mlade biljke (Treadwell, 2010). Prema Di Gioia i Santamaria (2015), u uzgoju vrsta koje sporo rastu, poput mrkve, kopra i celera, u se supstrat prije sjetve mogu dodati gnojiva. Isti autori u uzgoju brzorastućih vrsta poput gorušice, potočarke i brokule, koje brzo kliju i iscrpljuju hranjive tvari iz sjemena, preporučuju fertirigaciju nakon klijanja.

U istraživanju López-Cervantes i sur. (2013) utvrđene su značajne razlike u kemijskom sastavu sjemena i klijanaca brokule (Tablica 2.1.2.3.1.). U razdoblju od 3. do 11. dana klijanja utvrđeno je povećanje količine proteina za 26 % što je posljedica povećane metaboličke aktivnosti u početnim fazama klijanja koja potiče sintezu proteina. Tijekom klijanja smanjivala se količina ukupnih lipida, dok se količina minerala povećavala te je najveća količina minerala (7,21 g/100 g ST) utvrđena u kljancima starim 11 dana.

Tablica 2.1.2.3.1.. Kemijski sastav sjemena i klijanaca brokule izražen u g/100 g ST

Klijanje (dani)	Proteini	Lipidi	Minerali	Vlakna
0 (sjeme)	27,29	9,36	4,45	15,47
3	31,94	8,67	4,99	8,97
5	39,50	5,11	7,18	10,35
8	38,00	5,38	5,93	6,57
11	43,16	3,16	7,21	5,17

(Izvor: López-Cervantes i sur., 2013)

Prema Chen i sur. (1975), sjemenke graška i graha su dobar izvor Fe. Tijekom klijanja se količina željeza smanjuje zbog povećanja sadržaja vode. Pajak i sur. (2014) utvrdili su da je proces klijanja povećao sadržaj ukupnih fenola i flavonoida, kao i antioksidativnu aktivnost u sjemenu rotkvice, brokule, suncokreta i mungo graha.

U istraživanju Pérez-Balibrea i sur. (2011), količina vitamina C povećavala se tijekom klijanja brokule, dok se količina ukupnih fenola smanjivala tijekom klijanja. U istraživanju Oloyo (2004) količina Fe, Mn, Ca, i P povećavala se tijekom klijanja golubljeg graška (*Cajanus cajan* L.), dok se količina Mn i Cu nije značajno mijenjala tijekom klijanja.

3. Materijal i metode

3.1. Postavljanje i provedba pokusa

Istraživanje je provedeno tijekom proljeća 2019. godine u Zavodu za povrćarstvo Agronomskog fakulteta u Zagrebu. U istraživanje su uključene vrste: brokula (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck) 'Calabrese', cikla (*Beta vulgaris* var. *conditiva* Alef.) 'Red lady', grašak (*Pisum sativum* L. ssp. *sativum*) 'Green balboa', poriluk (*Allium ampeloprasum* L. ssp. *porrum*) 'Doreamon' i suncokret (*Helianthus annuus* L.) 'Odino'; Rem sprout (www.remsprout.com). Sjeme je organskog porijekla, odnosno nije tretirano jer je namijenjeno za uzgoj biljaka kratkog proizvodnog ciklusa.

U istraživanju je testiran utjecaj tri supstrata u uzgoju mladih izdanaka povrća i suncokreta (Slika 3.1.1.):

1. komercijalni supstrat za uzgoj presadnica - 'Klasman Potgrond H' supstrat (mješavina smrznutog crnog i bijelog sphagnum treseta)
2. mješavina komercijalnog supstrata 'Klasman Potgrond H' i perlita („Europerl Agroperl“) u omjeru 5:1
3. juta rezana na odgovarajuće dimenzije za uzgojne posude te postavljena u 4 sloja.

U Tablici 3.1.1. navedene su istraživane varijante s pripadajućim kraticama koje će se koristiti u nastavku rada.

Tablica 3.1.1. Testirane varijante u pokusu

Vrsta	Supstrati		
	Klasman Potgrond H	Klasman Potgrond H + perlit	Juta
brokula	BS	BS+P	BJ
cikla	CS	CS+P	CJ
grašak	GS	GS+P	GJ
poriluk	PS	PS+P	PJ
suncokret	SS	SS+P	SJ

Pokus je postavljen po metodi slučajnog bloknoeg rasporeda u 3 ponavljanja. Prije postavljanja pokusa provedeno je namakanje sjemena cikle, graška i suncokreta u vodi u trajanju od 24 sata. Prije sjetve provedeno je zalijevanje svih supstrata u uzgojnim posudama dimenzija 26×36×6,3 cm (Slika 3.1.1.). Zbog različite dužine proizvodnog ciklusa uzgajanih

vrsta, sjetva cikla, poriluka, graška i suncokreta provedena je 30. svibnja, dok je sjetva brokule bila 3. lipnja. U Tablici 3.1.2. prikazan je utrošak sjemena po posudi.



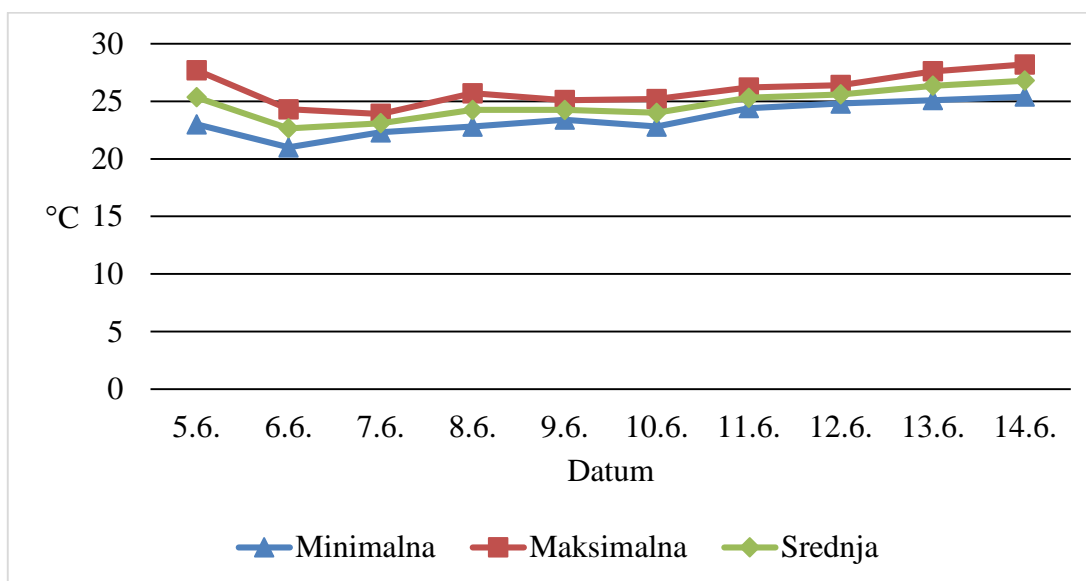
Slika 3.1.1. Testirani supstrati : 1. komercijalni supstrat 'Klasman Potgrond H', 2. juta, 3. mješavina komercijalnog supstrata i perlita (Foto: T. Brlek)

Tablica 3.1.2. Utrošak sjemena po uzgojnoj posudi

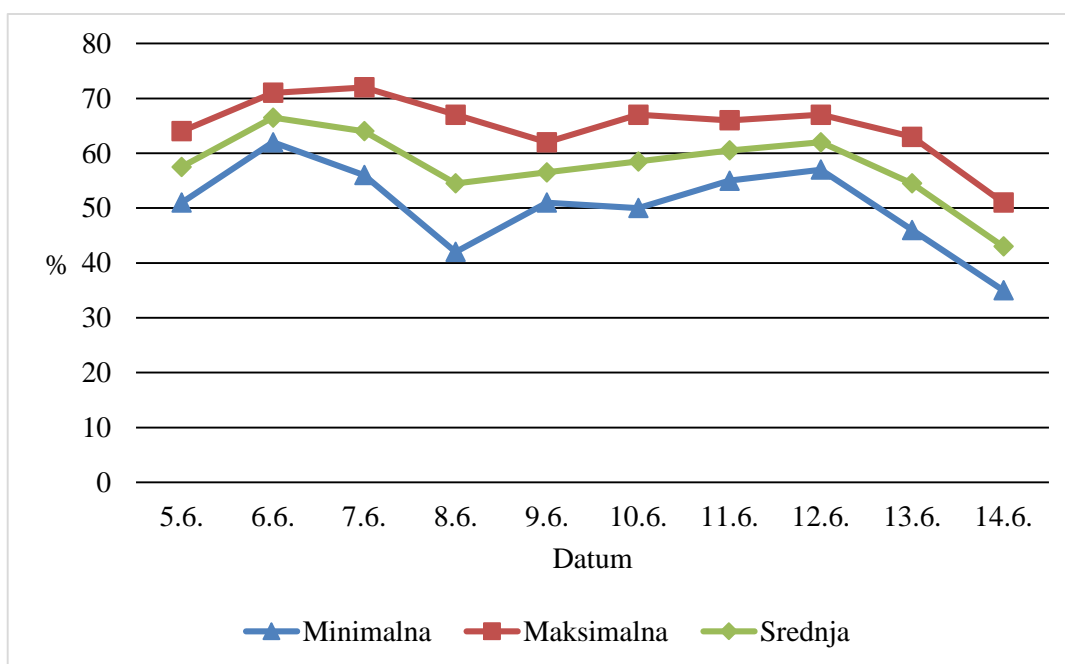
Vrsta	Količina sjemena (g)
brokula	24,6
cikla	33,3
grašak	126,6
poriluk	18,3
suncokret	70

Nakon sjetve, sjeme je prekriveno papirnatim ubrusima koji su poprskani vodom, a zatim su posude pokrivena poklopcima kako bi se osigurali optimalni uvjeti za naklijavanje (visoka vlažnost i tama). Tijekom naklijavanja, svakodnevno je mjerena temperatura zraka, dok je za vrijeme uzgoja mladih izdanaka, osim temperature mjerena i relativna vlažnost zraka (Grafikon 3.1.1. i 3.1.2). Vrijednosti temperature zraka bile su u rasponu od 21 do 28,2 °C, dok je srednja temperatura zraka iznosila 24,8 °C. Vrijednosti relativne vlage zraka varirale su od 35 do 72 %, a srednja relativna vlaga zraka bila je 57,8 % tijekom uzgoja mladih izdanaka. Tijekom naklijavanja, papirnati ubrusi su svakodnevno prskani vodom kako

bi se održala optimalna vlaga, dok se nakon uklanjanja ubrusa svakodnevno provodilo zalijevanje supstrata.



Grafikon 3.1.1. Minimalna, srednja i maksimalna temperatura zraka tijekom uzgoja mladih izdanaka



Grafikon 3.1.2. Minimalna, srednja i maksimalna vlaga zraka tijekom uzgoja mladih izdanaka

Berba mladih izdanaka je započela 7. lipnja kada su ubrani izdanci suncokreta (SS, SS+P, SJ) i graška (GS i GS+P), a nastavila se 10. lipnja berbom izdanaka brokule (BS,

BS+P, BJ) i poriluka (PS, PS+P i PJ) te GJ. Cikla se izdvajala najdužom vegetacijom pri čemu su varijante CS i CS+P ubrane 12. lipnja, a izdanci uzgojeni na juti (CJ) 14. lipnja. Berba je obavljena škarama te su pripremljeni reprezentativni uzorci biljnog materijala za kemijsku analizu te je određen prinos mladih izdanaka. Na slikama 3.1.2. i 3.1.3. prikazani su uzgojeni mladi izdanci graška i suncokreta prije berbe.



Slika 3.1.2. Mladi izdanci graška uzgojeni na 1. supstratu, 2. juti i 3. mješavini supstrata i perlita (Foto: T. Brlek)



Slika 3.1.3. Mladi izdanci suncokreta uzgojeni na supstratu (Foto: T. Brlek)

3.2. Kemijska analiza uzoraka biljnog materijala

Reprezentativni uzorci mladih izdanaka osušeni su na 105 °C, samljeveni, homogenizirani te analizirani u laboratoriju Zavoda za ishranu bilja Agronomskog fakulteta gdje je određena količina suhe tvari i minerala. Uzorci su analizirani u triplikatu, dok su vrijednosti prikazane kao prosjek.

Količina makroelemenata određena je u postocima suhe tvari [% suhe tvari (% ST) N, P, K, Ca, Mg], zbog promjenjivog sadržaja vode u njima (Vukadinović i Vukadinović, 2011). Za preračun fosfora i kalija iz oksidnog oblika (P_2O_5 i K_2O) u elementarni oblik korišteni su faktori: $P=P_2O_5 \times 0,436$, tj. $K=K_2O \times 0,830$.

Određivanje suhe tvari provedeno je gravimetrijskom metodom prema normi HRN ISO 11465:2004 (<http://www.hzn.hr>). Za utvrđivanje ukupnog dušika korištena je metoda po Kjeldahlu (AOAC, 1995), a sirovi proteini su preračunati prema formuli: % N \times 6,25 (Vajić, 1964).

Fosfor je utvrđen digestijom s koncentriranim kiselinama HNO_3 i $HClO_4$ (MILESTONE 1200 Mega Microwave Digester), spektrofotometrijski (AOAC, 1995). Kalij je određen plamenfotometrijom, digestijom s koncentriranim kiselinama HNO_3 i $HClO_4$ (MILESTONE 1200 Mega Microwave Digester), AOAC (1995). Kalcij i magnezij su određeni atomskom apsorpcijskom spektrofotometrijom, nakon digestije s koncentriranim kiselinama HNO_3 i $HClO_4$ (MILESTONE 1200 Mega Microwave Digester), AOAC (1995).

3.3. Statistička analiza rezultata

Za statističku analizu dobivenih rezultata korišten je statistički program Windows SAS® Software v. 9.1 (2002). Razlike između testiranih vrsta za sva promatrana svojstva analizirane su analizom varijance (ANOVA), a utvrđene značajne razlike između prosječnih vrijednosti testirane su post-hoc (LSD) testom na razini signifikantnosti $p \leq 0,01$.

4. Rezultati i rasprava

U tablici 4.1. prikazani su rezultati analize varijance (ANOVA) za količinu suhe tvari, sirovih proteina i pojedinih minerala u mladim izdancima brokule, cikle, graška, poriluka i suncokreta. Utvrđene značajne razlike između prosječnih vrijednosti testirane su LSD testom na razini signifikantnosti $p \leq 0,01$. Utvrđene su značajne razlike između uzgajanih vrsta u količini suhe tvari (ST) i sirovih proteina (SP) te količini svih analiziranih minerala (N, P, K, Ca, Mg) u svježoj tvari.

Tablica 4.1. ANOVA za količinu suhe tvari, sirovih proteina i minerala mladih izdanaka

Svojstvo (supstrat)	ST	SP	N	P	K	Ca	Mg
supstrat	**	**	**	**	**	**	**
supstrat + perlit	**	**	**	**	**	**	**
juta	**	**	**	**	**	**	**

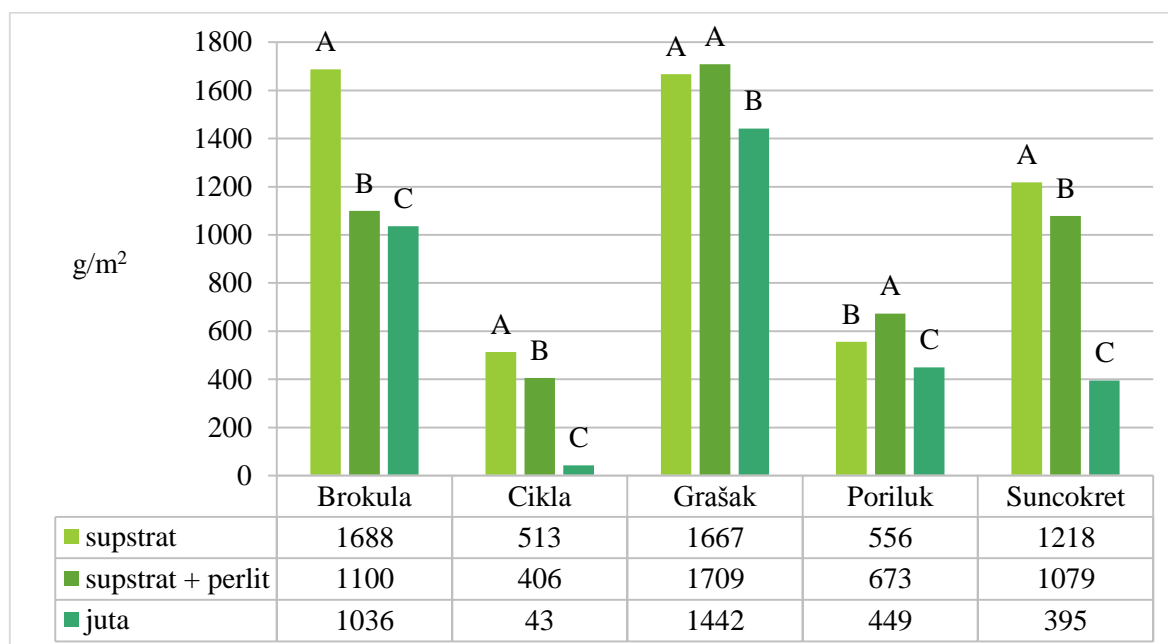
Razina statističke značajnosti: ** $p \leq 0,01$

4.1. Prinos mladih izdanaka

Iz grafikona 4.1.1. vidljivo je da je visina prinosa varirala ovisno o vrsti i supstratu. Najvećim prinomom izdvajaju se mladi izdanci graška (GS 1667 g/m², GS+P 1709 g/m², GJ 1442 g/m²). Prosječno najveći prinos utvrđen je u uzgoju na supstratu (1128 g/m²), dok je najmanji utvrđen u uzgoju na juti (673 g/m², podaci nisu prikazani). Najmanji prinos mladih izdanaka utvrđen je u uzgoju cikle na juti (43 g/m²). Uzgoj na komercijalnom supstratu rezultirao je najvećim prinomom mladih izdanaka brokule, cikle i suncokreta (BS 1688 g/m², CS 513 g/m², SS 1218 g/m²). Kod graška i poriluka, značajno najveći prinos mladih izdanaka postignut je mješavinom komercijalnog supstrata i perlita (GS+P 1709 g/m², PS+P 673 g/m²).

Di Gioia i sur. (2016) nisu uočili značajnu razliku u prinomu mladih izdanaka vrste *Brassica rapa* L. na tresetu (1580 g/m²) i vlaknima jute i kenafa (1457 g/m²). Murphy i sur. (2010) istraživali su kako predsjetveni tretmani sjemena utječu na rast mladih izdanaka cikle te su utvrdili povećanje prinosa izdanaka cikle od 33 % do 98 % sedam dana nakon sjetve, odnosno, 75 % do 144 % petnaest dana nakon sjetve. U istom istraživanju, najveći prinos

mladih izdanaka cikle ($10,14 \text{ kg/m}^2$) postignut je tehnikom hranjivog filma 15 dana nakon sjetve sjemena prethodno naklijanog u vlažnom vermikulitu.



Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, $p \leq 0,01$

Grafikon 4.1.1. Prinos mladih izdanaka povrća i suncokreta

Ostvareni prinos mladih izdanaka povrća može se usporediti i s rezultatima ostvarenim u uzgoju mladog rezanog lisnatog povrća kao što su riga, salata, matovilac. U Hrvatskoj su posljednjih desetak godina provedena brojna istraživanja hidroponskog uzgoja lisnatog povrća.

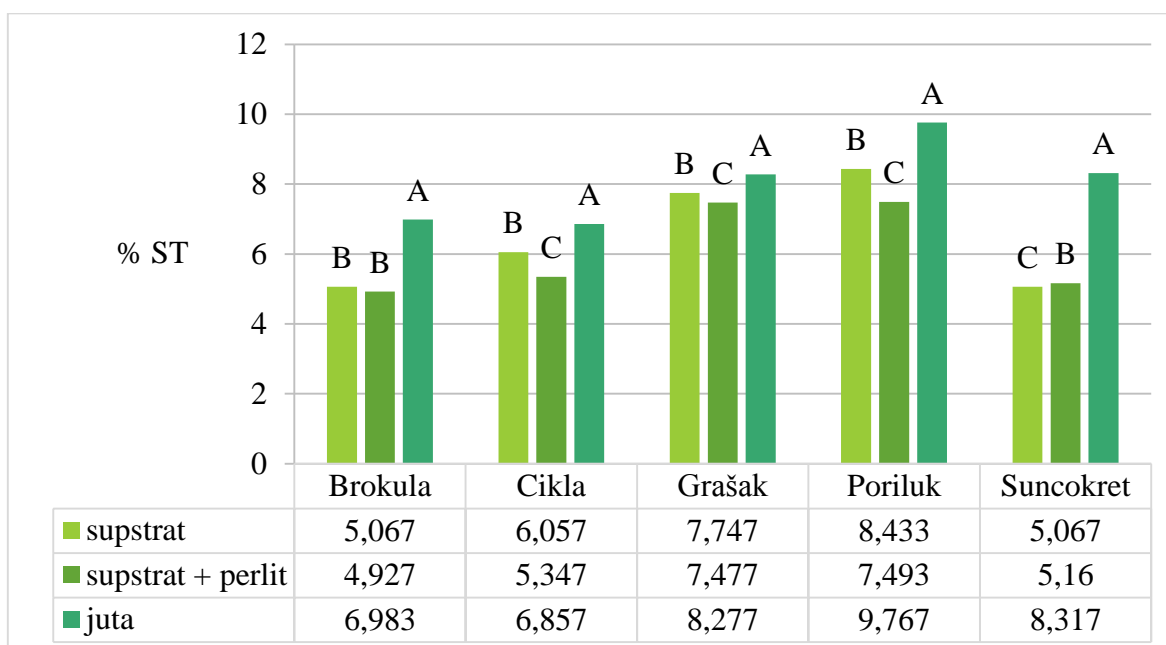
U istraživanju Toth i sur. (2012) u uzgoju rige u plutajućem hidroponu berba je provedena u tri navrata, a prva, druga i treća berba obavljene su prosječno 22, 36 i 52 dana nakon sjetve. Ostvareni prinos rige varirao je ovisno o razdoblju uzgoja, a najveći prinos rige ($3,31 \text{ kg/m}^2$) ostvaren je u proljetnom razdoblju uzgoja i bio je za 22 i 35 % veći nego u ljetnom i jesensko-zimskom razdoblju ($2,60$ i $2,14 \text{ kg/m}^2$).

U cjelogodišnjem uzgoju matovilca u plutajućem hidroponu, ovisno o proizvodnom ciklusu, prinos je varirao od $0,97$ do $2,95 \text{ kg/m}^2$ (Fabek i sur., 2011). Jednokratna berba matovilca je provedena u fazi razvijenih 6 do 8 listova. Dužina vegetacije u proljetnom razdoblju prosječno je iznosila 37 dana, a u jesensko-zimskom razdoblju 80 dana. Kroggel i sur. (2012) navode raspon prinosa hidroponski uzgojene salate od $0,08$ do $2,18 \text{ kg/m}^2$ tijekom proizvodnog ciklusa u trajanju 3 tjedna. Salata je uzgajana u polistirenskim kontejnerima sa 72 lončića ispunjena perlitom, a korištena je hidroponska tehnika plime i oseke.

4.2. Količina suhe tvari, dušika, sirovih proteina i minerala mladih izdanaka

4.2.1. Suha tvar

U grafikonu 4.2.1.1. prikazana je količina suhe tvari u mladim izdancima povrća i suncokreta. Najveća količina suhe tvari (9,77 % ST) utvrđena je kod varijante PJ, a najmanja (4,93 % ST) kod varijante BS+P. Količina suhe tvari iznad 8 %, osim kod varijante PJ, utvrđena je i kod uzgoja poriluka na supstratu (8,43% ST) te graška i suncokreta na juti (GJ 8,28 % ST i SJ 8,31% ST). Najveća prosječna količina suhe tvari (8,04 % ST) utvrđena je kod uzgoja na juti (podatak nije prikazan). Kod svih uzgajanih vrsta statistički najmanja količina suhe tvari utvrđena je primjenom mješavine supstrata i perlita.



Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, $p \leq 0,01$

Grafikon 4.2.1.1. Količina suhe tvari u mladim izdancima

Svaka sirovina sastoji se od udjela vode i suhe tvari, a u suhoj tvari sadržani su svi oni parametri, poput minerala, vitamina, šećera, kiselina, pektina i drugih tvari, koji čine prehranbenu vrijednost neke namirnice (Šic Žlabur i sur., 2016).

Količina suhe tvari u mladim izdancima u ovom diplomskom radu varirala je od 4,93 % do 9,77 % ST, što je sukladno rasponu vrijednosti suhe tvari u istraživanju Xiao (2013). No, u navedenom istraživanju utvrđena je manja količina suhe tvari izdanaka cikle (4,2 % ST)

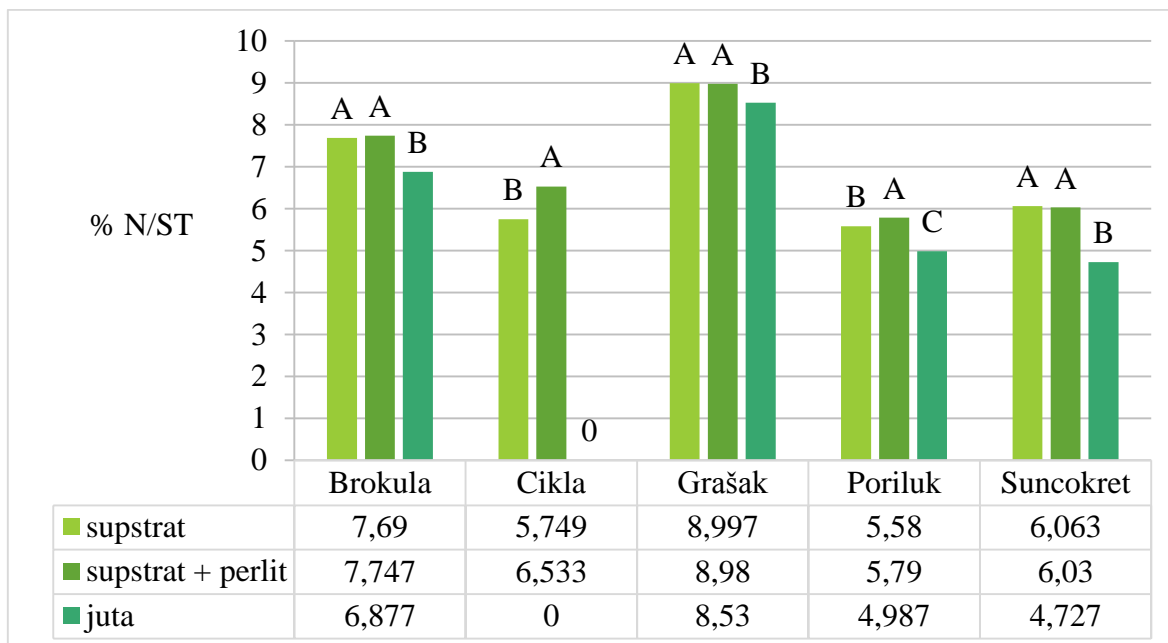
te veća količina suhe tvari izdanaka graška (10,2 % ST) od vrijednosti ostvarenih u ovom radu (cikla 5,38 do 6,88 % ST, grašak 7,48 do 8,28 % ST).

Opačić i sur. (2016) utvrdili su manju količinu suhe tvari (4,59 do 8,79 % ST) u mladim izdancima uzgojenim na klasičnom supstratu namijenjenom uzgoju povrća. U istom istraživanju utvrđena količina suhe tvari u mladim izdancima brokule (5,08 % ST) sukladna je vrijednostima ostvarenim u ovom radu u uzgoju brokule na supstratu (BS 5,07 % ST) i mješavini supstrata i perlita (BS+P 4,92 % ST).

U istraživanju Di Gioia i sur. (2016) uočena je manja akumulacija suhe tvari mladih izdanaka vrste *Brassica rapa* L. uzgojenih na tresetu, što se može objasniti većim kapacitetom zadržavanja vode navedenog supstrata u usporedbi s ostalim supstratima korištenim u istraživanju (tekstilna vlakna, vlakna jute i kenafa). Isti autori navode da veća akumulacija suhe tvari može biti povezana s duljim rokom trajanja povrća te je stoga vrlo poželjno svojstvo u uzgoju.

4.2.2. Količina dušika i sirovih proteina

Najveća količina dušika utvrđena je u mladim izdancima graška, uzgajanima na sva tri testirana supstrata (grafikon 4.2.2.1.). Statistički jednaka količina dušika utvrđena je kod uzgoja graška na komercijalnom supstratu (GS 8,99 % N/ST) i mješavini supstrata i perlita (GS+P 8,98 % N/ST). U uzorcima mladih izdanaka graška uzgojenih na juti (GJ) utvrđena je opravdano manja količina dušika (8,53 % N/ST), no ipak iznad 8 % i više od ostalih testiranih povrtnih vrsta i suncokreta. Izdanci poriluka uzgajani na svim testiranim supstratima bili su najsiromašniji dušikom, a najmanja vrijednost (4,99 % N/ST) utvrđena je kod uzgoja na juti (PJ). Najveća prosječna količina dušika (7,02 % N/ST) utvrđena je u uzgoju mladih izdanaka na mješavini supstrata i perlita (podatak nije prikazan).

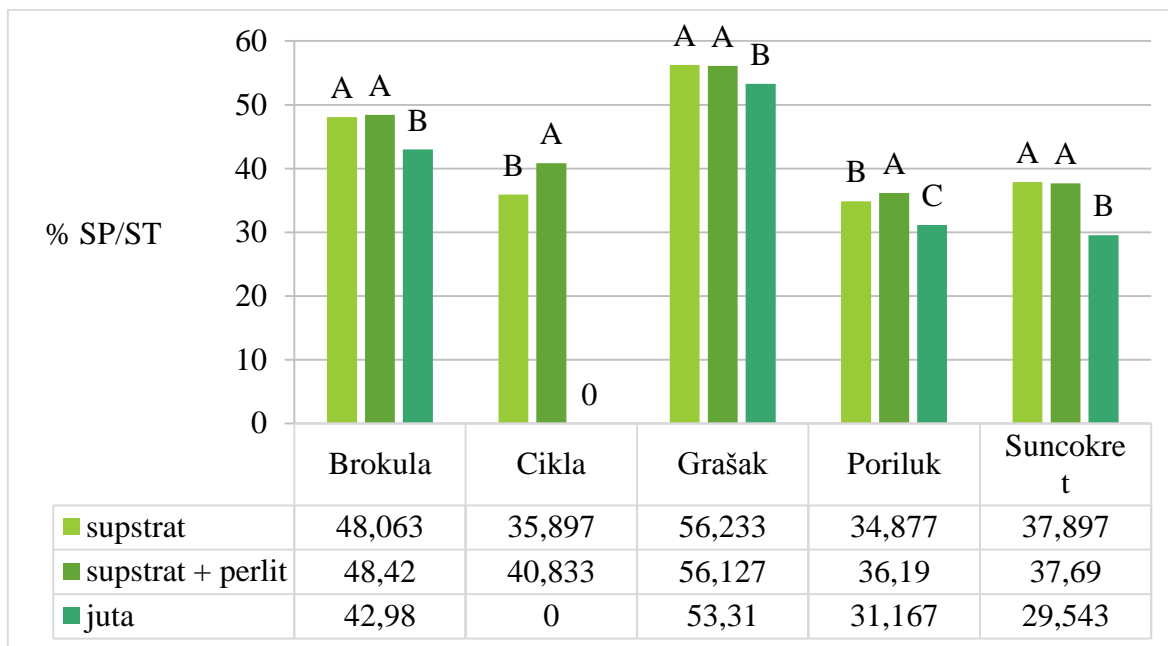


Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, $p \leq 0,01$

Grafikon 4.2.2.1. Količina dušika u mladim izdancima

Zbog rijetkog sklopa biljaka cikle uzgajanih na juti (CJ), tijekom berbe nije bilo dovoljno biljnog materijala za laboratorijsku analizu pa količina dušika, niti sirovih proteina nije određena.

Količina sirovih proteina (SP) u mladim izdancima određena je prema formuli $\% N \times 6,25$ (Vajić, 1964) te je sukladno tome, trend količine SP bio u korelaciji s trendom količine ukupnog dušika kod mladih izdanaka brokule, cikle, graška, poriluka i suncokreta. Iz grafikona 4.2.2.2. vidljivo je da se najvećom količinom sirovih proteina, iznad 50 %, izdvajaju mladi izdanci graška (GS 56,23 % SP/ST, GS+P 56,13 % SP/ST, GJ 53,31 % SP/ST). Najmanja količina sirovih proteina (22,15 % SP/ST) utvrđena je u izdancima suncokreta uzgajanim na juti (SJ 29,54 % SP/ST), dok je u mladim izdancima ostalih vrsta količina sirovih proteina varirala između 31,17 % SP/ST (PJ) do 48,42 % SP/ST (BS+P). S obzirom na testirane supstrate, najveća prosječna količina sirovih proteina (43,85 % SP/ST) utvrđena je pri mješavini supstrata i perlita (podatak nije prikazan).



Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, $p \leq 0,01$

Grafikon 4.2.2.2. Količina sirovih proteina u mladim izdancima

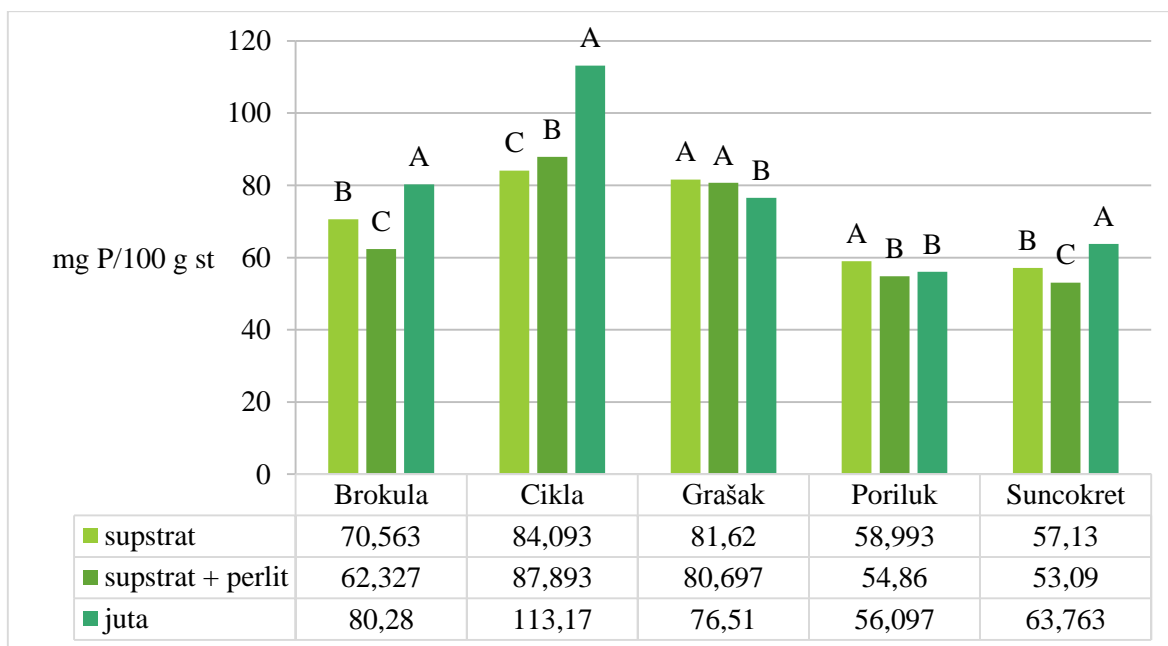
Prosječna količina sirovih proteina mladih izdanaka uzgojenih na supstratu iznosila je 42,59 % SP/ST, što je značajno više od vrijednosti (36,90 % SP/ST) sirovih proteina mladih izdanaka u istraživanju Opačić i sur. (2016). Paradiso i sur. (2018) utvrdili su veću količinu sirovih proteina u mladim izdancima iz porodice Brassicaceae u usporedbi s onima iz porodice Asteraceae, što je sukladno rezultatima analize mladih izdanaka brokule i suncokreta u ovom radu. Utvrđene su značajno veće količine sirovih proteina u mladim izdancima brokule (BJ 48,06 % SP/ST, BS+P 48,42 % SP/ST, BJ 42,98 % SP/ST) u odnosu na tehnološki zreli cvat (5,6 do 6,5 % SP/ST) u istraživanju Fabek (2012).

4.3. Količina minerala u svježoj tvari

4.3.1. Fosfor

Budući da se mladi izdanci koriste u svježem stanju, količina minerala izražena je u svježoj tvari. Iz grafikona 4.3.1.1. vidljivo je da su se najvećom količinom fosfora izdvajali mladi izdanci cikle uzgojeni na sva tri supstrata, a najveća vrijednost (113,17 mg/100 g st) utvrđena je pri uzgoju na juti (CJ). Najmanja količina fosfora (53,09 mg P/100 g st) utvrđena je u izdancima suncokreta iz uzgoja varijante SS+P.

Osim mladih izdanaka cikla, količina fosfora iznad 80 mg/100 g st utvrđena je i pri varijantama BJ, GS i GS+P, s vrijednostima 80,28, 81,62 i 80,70 mg P/100 g st. Najmanja prosječna količina fosfora (67,77 mg P/100 g st) utvrđena je pri uzgoju na mješavini komercijalnog supstrata i perlita. Najveća prosječna količina fosfora (77,96 mg P/100 g st) utvrđena je u uzgoju na juti (podatak nije prikazan).



Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, $p \leq 0,01$

Grafikon 4.3.1.1. Količina fosfora u mladim izdancima

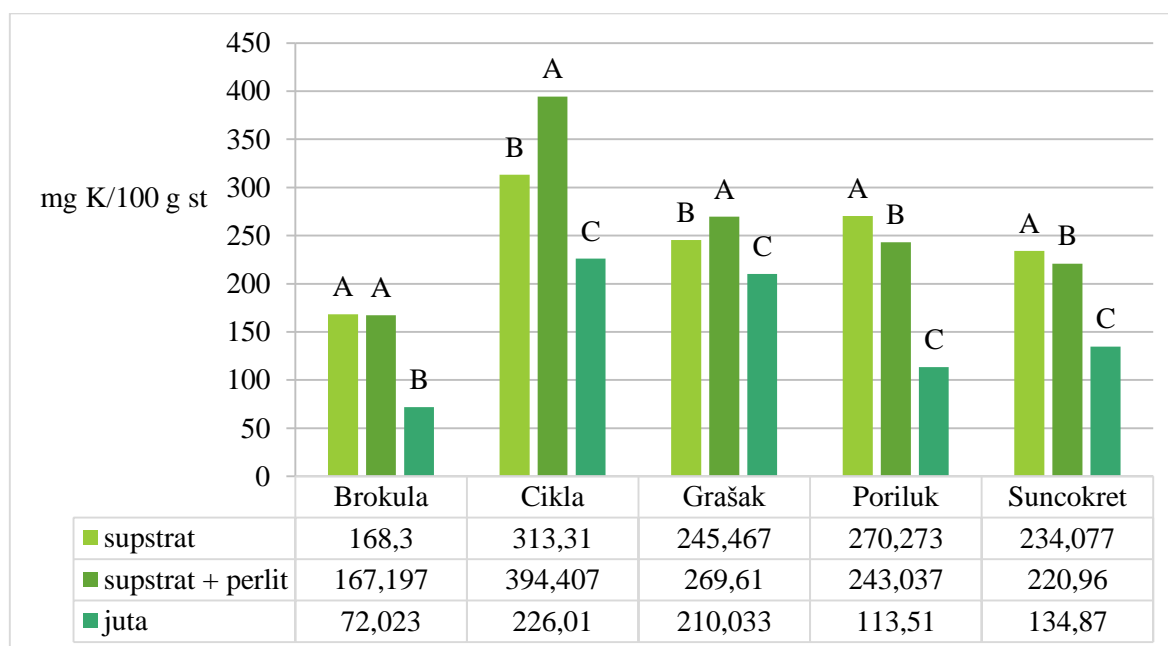
U istraživanju Xiao i sur. (2016) količina fosfora mladih izdanaka brokule uzgojenih na tresetu iznosila je 69 mg P/100 g st, što je sukladno rasponu vrijednosti fosfora (62,33 do 80,28 mg P/100 g st) u izdancima brokule u ovom radu. Mladi izdanci brokule imali su 3 do 4 puta veću količinu fosfora, u odnosu na rezultate istraživanja Di Gioia i Santamaria (2015).

U ovom diplomskom radu utvrđena je veća količina fosfora izdanaka brokule, graška i suncokreta pri uzgoju na komercijalnom supstratu u usporedbi s rezultatima istraživanja Opačić i sur. (2016) koji navode prosječne vrijednosti 48,95 mg P/100 st u izdancima brokule, odnosno 69,22 mg P/100 g st i 42,35 mg P/100 g st u izdancima graška i suncokreta. Također, količina fosfora u mladim izdancima graška bila je značajno veća od vrijednosti 54,4 mg P/100 g st koju navode Di Gioia i Santamaria (2015).

Velika količina fosfora obično je uskladištena u sjemenu te se kasnije koristi za razvoj embrija, klijanje i rast izdanaka (Waterland, 2017).

4.3.2. Kalij

Količina kalija u mladim izdancima uzgajanih vrsta značajno je varirala ovisno o testiranom supstratu (grafikon 4.3.2.1.). Kod svih vrsta, najmanja količina kalija utvrđena je pri uzgoju na juti (151,29 mg/100 g st; podatak nije prikazan). Najmanja količina kalija utvrđena je u izdancima brokule, a bila je u rasponu od 72,02 do 168,3 mg K/100 g st. Najvećom količinom kalija (394,41 mg K/100 g st) isticali su se izdanci cikle uzgojeni pri mješavini supstrata i perlita (CS+P).



Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, $p \leq 0,01$

Grafikon 4.3.2.1. Količina kalija u mladim izdancima

Najveća prosječna količina kalija (259,04 mg K/100 g st) utvrđena je u uzgoju mladih izdanaka na mješavini supstrata i perlita (podatak nije prikazan). Osim izdanaka uzgojenih pri varijanti CS+P, količina kalija iznad 260 mg K/100 g st utvrđena je i kod varijanti CS (313,31 mg K/100 g st), GS+P (269,61 mg K/100 g st) te PS (270,27 mg K/100 g st).

Mladi izdanci povrća i suncokreta bili su najbogatiji kalijem, u usporedbi s ostalim mineralima. Najveće količine kalija mogu se pronaći u mladim tkivima, zbog uključenosti kalija u fotosintezu i disanje te visoke pokretljivosti u biljci (Waterland, 2017.).

Količina kalija (168,3 mg/100 g st) u mladim izdancima brokule uzgojenih na komercijalnom supstratu (BS) bila je manja od količine kalija (326 mg/100 g st i 255 mg K/100 g st) koje navode Xiao i sur. (2016), odnosno Di Gioia i Santamaria (2015).

Opačić i sur. (2016) utvrdili su prosječnu količinu kalija mladih izdanaka brokule u iznosu 131,81 mg K/100 st, što je manje od količine kalija varijante BS utvrđene u ovom diplomskom radu (168,3 mg/100 g st).

Količina kalija mladih izdanaka suncokreta u istraživanju Opačić i sur. (2016) iznosila je 336,85 mg K/100 st, i bila je veća od vrijednosti utvrđene u izdancima suncokreta uzgojenih na supstratu u ovom radu (234,08 mg K/100 g st). U 100 g suhih suncokretovih sjemenki ima 78 mg Ca, 5.2 mg Fe, 325 mg Mg, 660 mg P, 645 mg K, 9 mg Na, 5 mg Zn, 1.8 mg Cu, 1.9 mg Mn te 0.053 mg Se (Nutrition Data, 2019).

Količina kalija mladih izdanaka graška bila je u rasponu od 210,03 do 269,61 mg K/100 g st, što je manje od vrijednosti 305,64 mg K/100 g st i 436 mg K/100 g st u istraživanju Opačić i sur. (2016), odnosno Di Gioia i Santamaria (2015).

4.3.3. Kalcij

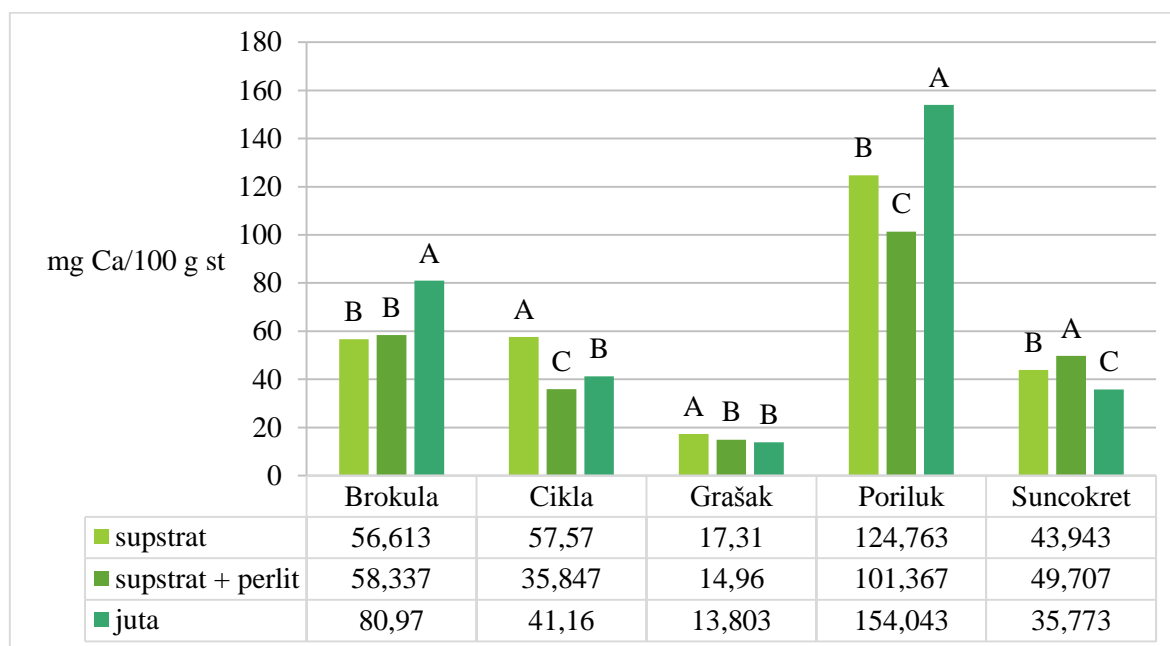
Iz grafikona 4.3.3.1. vidljivo je da je količina kalcija u mladim izdancima značajno varirala pri čemu su se najvećim vrijednostima izdvajali izdanci poriluka, a najmanjim vrijednostima izdanci graška. Uzgoj na juti rezultirao je najvećom količinom kalcija u izdancima poriluka (154,04 mg Ca/100 g st) i brokule (80,97 mg Ca/100 g st). No, juta je nepovoljno utjecala na količinu kalcija u izdancima graška i suncokreta. Mladi izdanci graška su na sva tri testirana supstrata imali najmanju količinu kalcija u usporedbi s ostalim vrstama.

Najveća prosječna količina kalcija (65,15 mg Ca/100 g st) utvrđena je u uzgoju na juti, a najmanja (52,04 mg Ca/100 g st) u uzgoju na mješavini supstrata i perlita (podaci nisu prikazani).

Količina kalcija utvrđena u mladim izdancima brokule uzgojenih na supstratu 'Klasman Potgrond H' iznosila je 56,61 mg Ca/100 g st, što je značajno manje od rezultata istraživanja Di Gioia i Santamaria (2015) koji su utvrdili 126 mg Ca/100 g st. Također, Xiao i sur. (2016) te Opačić i sur. (2016) navode manje vrijednosti kalcija u iznosu 88 mg Ca/100 g st, odnosno 75,86 mg Ca/100 g st.

U istraživanju Opačić i sur. (2016) količina kalcija u mladim izdancima suncokreta bila je 62,78 mg Ca/100 g st što je značajno više od vrijednosti utvrđenih u ovom diplomskom radu (SS 43,94 mg Ca/100 g st, SS+P 49,71 mg Ca/100 g st, SJ 35,77 mg Ca/100 st). U istom istraživanju Opačić i sur. (2016) utvrđeno je 17,09 mg Ca/100 g st u mladim izdancima graška, što je u skladu s rezultatima dobivenim u ovom radu kod varijante GS (17,31 mg

Ca/100 g st), no i značajno manje od količine kalcija (106 mg Ca/100 g st) u istraživanju Di Gioia i Santamaria (2015).



Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, $p \leq 0,01$

Grafikon 4.3.3.1. Količina kalcija u mladim izdancima

Lešić i sur. (2016) navode širok raspon količine kalcija u jestivom dijelu poriluka od 52 do 144 mg Ca/100 g st. Količina kalcija u mladim izdancima poriluka u ovom diplomskom radu bila je u rasponu od 101,37 (PS+P) do 154,03 mg Ca/100 g st (PJ).

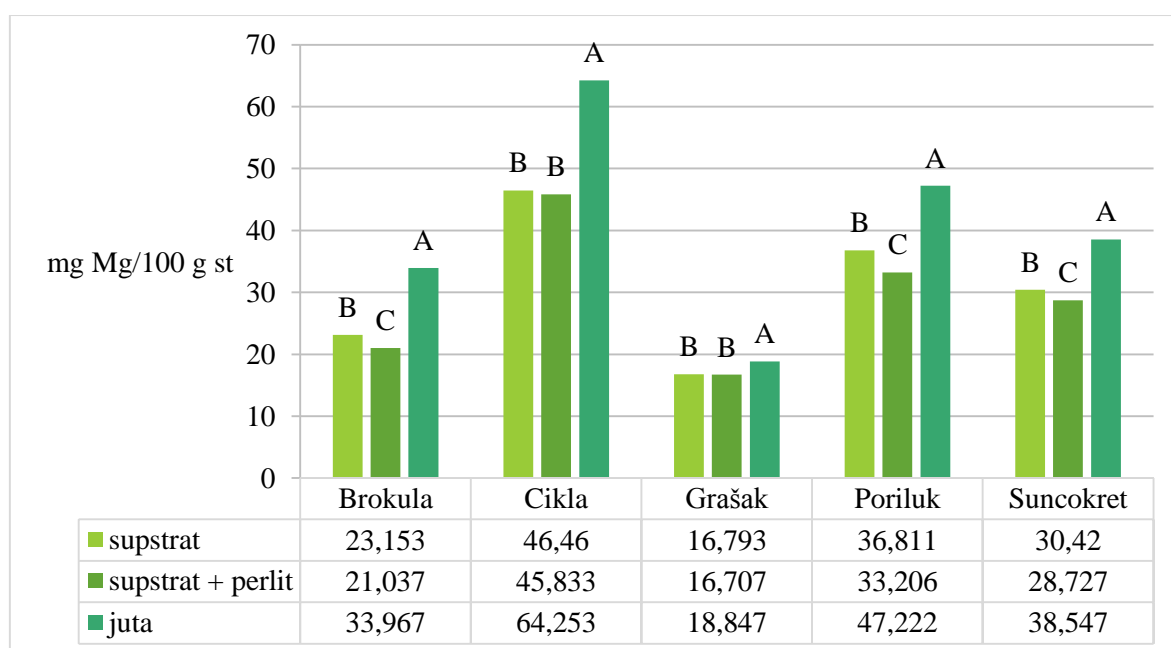
U istraživanju Di Gioia i sur. (2016) u mladim izdancima vrste *Brassica rapa* L. uzgojenim na tresetu utvrđene su veće količine kalcija u usporedbi s onima uzgojenim na vlaknima jute i kenafa, što je sukladno rezultatima ovog istraživanja za mlade izdanke cikle, graška i suncokreta. Kalcij je prisutan u malim količinama u biljnim stanicama, vjerojatno zbog slabe pokretljivosti u biljnim tkivima, no značajne količine kalcija nalaze se u starijim organima (Waterland, 2017).

4.3.4. Magnezij

U grafikonu 4.3.4.1. prikazana je količina magnezija u mladim izdancima povrća i suncokreta. Najveća prosječna količina magnezija (40,57 mg Mg/100 g st) utvrđena u uzgoju mladih izdanaka na juti (podatak nije prikazan). Uzgoj na juti rezultirao je najvećom

količinom magnezija kod svih vrsta u iznosu 64,25 mg (cikla), 47,22 mg (poriluk), 38,55 mg (suncokret), 33,97 mg (brokula) i 18,85 mg (grašak).

Izdanci cikle izdvajali su se najvećom količinom magnezija na svim testiranim supstratima, s vrijednostima iznad 45 mg Mg/100 g st, a statistički jednaka količina magnezija utvrđena je pri uzgoju cikle na supstratu te mješavini supstrata i perlita. Osim izdanaka cikle, količinom magnezija većom od 45 mg Mg/100 g st izdvajali su se i izdanci poriluka uzgojeni na juti (PJ 47,22 mg Mg/100 g st). Najmanja prosječna količina magnezija utvrđena je u uzgoju na komercijalnom supstratu 'Klasman Potgrond H' (30,73 mg/100 g st; podatak nije prikazan).



Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, $p < 0,01$

Grafikon 4.3.4.1.. Količina magnezija u mladim izdancima

Količina magnezija u izdancima suncokreta uzgojenim na supstratu (SS) iznosila je 30,42 mg Mg/100 g st, što je slično količini 33,98 mg Mg/100 g st utvrđenoj u izdancima suncokreta u istraživanju Opačić i sur. (2016). Isti autori navode 17,92 mg Mg/100 g st kao prosječnu količinu magnezija u mladim izdancima graška što je u skladu s rezultatima dobivenim u ovom diplomskom radu.

Količina magnezija utvrđena u mladim izdancima brokule uzgojenih na supstratu iznosila je 23,15 mg Mg/100 g st i bila manja od količine magnezija izdanaka brokule u istraživanju Xiao i sur. (2016), Di Gioia i Santamaria (2015) te Opačić i sur. (2016) u iznosu 51 mg, 28,7 mg i 27,43 mg Mg/100 g st.

Prema Lešić i sur. (2016), količina magnezija u jestivom dijelu cikle varira od 2 do 28 mg Mg/100 g st, što je značajno manje od količine magnezija mladih izdanaka cikle utvrđene u ovom radu, u rasponu od 45,83 do 64,25 mg Mg/100 g st. Kao i kod kalcija, u istraživanju Di Gioia i sur. (2016) veće količine magnezija utvrđene su u mladim izdancima vrste *Brassica rapa* L. uzgojenim na tresetu u usporedbi s onima uzgojenim na vlaknima jute i kenafa.

4.4. Količina minerala u suhoj tvari

Uobičajeno se količina biogenih elemenata u biljnom materijalu izražava na suhu tvar zbog promjenjivog sadržaja vode, a količina makroelemenata izražava se u postotku na suhu tvar (% N/ST, % P/ST, % K/ST, % Ca/ST i % Mg/ST). U tablici 4.4.1. prikazana je količina fosfora, kalija, kalcija i magnezija u suhoj tvari kako je i određeno laboratorijskim analizama.

Tablica 4.4.1. Količina minerala u mladim izdancima povrća i suncokreta u suhoj tvari

Varijanta	P	K	Ca	Mg
	%			
Brokula				
supstrat	1,39 A	3,32 A	1,12 B	0,46 B
supstrat + perlit	1,26 B	3,39 A	1,18 A	0,43 C
juta	1,15 C	1,03 B	1,16 A	0,49 A
Cikla				
supstrat	1,39 B	5,17 B	0,95 A	0,77 C
supstrat + perlit	1,64 A	7,37 A	0,67 B	0,86 B
juta	1,65 A	3,29 C	0,60 C	0,94 A
Grašak				
supstrat	1,05 B	3,17 B	0,22 A	0,22 n.s.
supstrat + perlit	1,08 A	3,61 A	0,20 B	0,22
juta	0,92 C	2,54 C	0,17 C	0,23
Poriluk				
supstrat	0,70 A	3,21 A	1,48 B	0,44 B
supstrat + perlit	0,73 A	3,24 A	1,35 C	0,44 B
juta	0,57 B	1,16 B	1,58 A	0,48 A
Suncokret				
supstrat	1,13 A	4,62 A	0,87 B	0,60 A
supstrat + perlit	1,03 B	4,28 B	0,96 A	0,56 B
juta	0,76 C	1,62 C	0,43 C	0,46 C

Različita slova predstavljaju značajno različite prosječne vrijednosti prema LSD testu, $p \leq 0,01$; n.s. nije signifikantno

Utvrđene su značajne razlike između uzgajanih vrsta u količini P, K, Ca i Mg u suhoj tvari s iznimkom količine magnezija u izdancima graška.

Količina fosfora varirala je od 0,57 % P/ST (GJ) do 1,65 % P/ST (CJ). Osim količinom fosfora, izdanci cikle izdvajali su se i velikom količinom kalija, u rasponu od 3,29 % K/ST (CJ) do 7,37 % K/ST (CS+P).

Količina kalija varirala je od 1,03 % K/ST (BJ) do 7,37 % K/ST (CS+P). Izdanci brokule i poriluka uzgojeni pri mješavini supstrata i perlita ostvarili su statistički jednaku količinu kalija, dok je uzgoj izdanaka graška i cikle na supstratu rezultirao najvećom količinom kalija.

Količina kalcija iznad 1 % K/ST utvrđena je u izdancima brokule i poriluka, dok se kao najsiromašniji kalcijem izdvajaju izdanci graška kod kojih je i količina magnezija bila podjednaka vrijednostima kalcija. Najveća količina magnezija utvrđena je u izdancima cikle, u rasponu od 0,77 % Mg/ST (CS) do 0,94 % Mg/ST (CJ).

4.5. Usporedba količine minerala s preporučenim dnevnim unosom

U ovom radu je količina makroelemenata izražena u mg/100 g svježe tvari budući da se mladi izdanci konzumiraju u svježem stanju. Prikaz rezultata u svježoj tvari omogućio je njihovu usporedbu s rezultatima autora koji izražavaju mineralni sastav obzirom na svježu tvar, ali i usporedbu mogućnosti podmirjenja dijela potrebnog dnevnog unosa minerala prema preporuci EU (2011).

U tablici 4.5.1. prikazan je dnevni preporučeni unos minerala za odrasle osobe. Preporučena dnevna vrijednost unosa fosfora, kalija, kalcija i magnezija za odrasle osobe iznosi 700 mg P, 2 000 mg K, 800 mg Ca i 375 mg Mg.

U ovom diplomskom radu najveća količina fosfora (113,17 mg P/100 g st) i magnezija (64,25 mg Mg/100 g st) utvrđena je u izdancima cikle uzgajane na juti. Konzumacijom 100 g tako uzgojenih izdanaka može se podmiriti 16,2 % dnevnih potreba za fosforom i 17,13 % dnevnih potreba za magnezijem.

Primjena jute u ovom istraživanju rezultirala je i najvećom količinom kalcija u izdancima poriluka (154 mg Ca/100 g st) čijom se konzumacijom u količini 100 g može podmiriti 19,3 % dnevnih potreba za ovim makroelementom.

Najveća količina kalija (394,41 mg K/100 g st) u svježoj tvari utvrđena je u izdancima cikle uzgojenih na mješavini supstrata i perlita. Konzumacijom izdanaka cikle uzgojenih na ovom supstratu može se osigurati 19,7 % dnevnih potreba odrasle osobe za kalijem.

Tablica 4.5.1. Dnevni preporučeni unos minerala za odrasle osobe

Mineral	Mjerna jedinica	Preporučeni unos
Kalij	mg	2 000
Kalcij	mg	800
Klorid	mg	800
Fosfor	mg	700
Magnezij	mg	375
Željezo	mg	14
Cink	mg	10
Fluor	mg	3,5
Mangan	mg	2
Bakar	mg	1
Selen	μg	55
Molibden	μg	50
Krom	μg	40
Jod	μg	150

(Izvor: Eur-Lex (2011) – Uredba EU br. 1169/2011)

5. ZAKLJUČAK

Na temelju ostvarenih rezultata istraživanja prinosa i mineralnog sastava mladih izdanaka povrća i suncokreta provedenog tijekom 2019. godine mogu se donijeti sljedeći zaključci:

- Vrsta supstrata značajno je utjecala na prinos i mineralni sastav mladih izdanaka brokule, cikle, graška, poriluka i suncokreta.
- Najveći prinos (1,7 kg/m²) ostvaren je pri uzgoju mladih izdanaka graška na supstratu i perlitu te brokule na komercijalnom supstratu namijenjenom proizvodnji presadnica povrća. Kod svih vrsta najmanji prinos je utvrđen pri uzgoju na juti.
- Najveća prosječna količina suhe tvari te fosfora, kalcija i magnezija u svježoj tvari utvrđena je pri uzgoju izdanaka na juti.
- Primjena supstrata i perlita u uzgoju mladih izdanaka rezultirala je najvećom prosječnom količinom dušika (7,02 % N/ST) i sirovih proteina (43,85 % SP/ST). No, primjena istog supstrata rezultirala je najmanjom količinom suhe tvari, fosfora i kalcija.
- Mladi izdanci graška i brokule izdvajaju se kao dobar izvor dušika i sirovih proteina, dok se mladi izdanci cikle preporučuju kao dobar izvor fosfora, kalija i magnezija.
- Juta se može koristiti kao jeftini alternativni supstrat za uzgoj mladih izdanaka veće nutritivne vrijednosti, no potrebno je istražiti mogućnosti povećanja prinosa pri njezinom korištenju.

6. Popis literature

1. Allegretta, I., Gattullo, C. E., Renna, M., Paradiso, V. M., Terzano, R. (2019) Rapid multi-element characterization of microgreens via total-reflection X-ray fluorescence (TXRF) spectrometry. *Food Chemistry*. [online] <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814619310027>> Pristupljeno 13. srpnja 2019.
2. AOAC. (1995). *Official methods of analysis of AOAC International*, 16th Edition, Vol. I, Arlington, USA.
3. Barillari, J., Canistro, D., Paolini, M., Ferroni, F., Pedulli, G.F., Iori, R., Valgimigli, L. (2005). Direct antioxidant activity of purified glucoerucin, the dietary secondary metabolite contained in rocket (*Eruca sativa* Mill.) seeds and sprouts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. [online] 53(7): 2475-2482. <<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf047945a>> Pristupljeno 19. veljače 2019.
4. Berba, K. J., Uchanski, M. E. (2012). Post-harvest physiology of microgreens. *Journal of Young Investigator*. [online] 24(1): 1-5 <<https://www.jyi.org/2012-july/2017/9/12/post-harvest-physiology-of-microgreens>> Pristupljeno 15. ožujka 2019.
5. Chandra, D., Kim, J. G., Kim, Y. P. (2012). Changes in microbial population and quality of microgreens treated with different sanitizers and packaging films. *Hort. Env. Biotech.* [online] 53: 32-40. <<https://link.springer.com/article/10.1007/s13580-012-0075-6>> Pristupljeno 10. travnja 2019.
6. Chen, L. H., Wells, C. E., Fordham, J. R. (1975). Germinated seeds for human consumption. *Journal of food science*. [online] 40(6): 1290-1294. <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.1975.tb01075.x>> Pristupljeno 18. srpnja 2019.
7. Di Gioia, F., De Bellis, P., Mininni, C., Santamaria, P., Serio, F. (2016). Physicochemical, agronomical and microbiological evaluation of alternative growing media for the production of rapini (*Brassica rapa* L.) microgreens. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. [online] 97: 1212-1219. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27311947>> Pristupljeno 9. ožujka 2019.
8. Di Gioia, F., Santamaria, P. (2015). Microgreens: novel fresh and functional food to explore all the value of biodiversity. *ECO-logica srl, Bari*. [online] <https://www.researchgate.net/publication/303817057_Microgreens_Novel_Fresh_an>

- d_Functional_Food_to_Explore_all_the_Value_of_Biodiversity_FDi_GioiaPSantamaria_ECOlogica_Bari_Italy_2015_Price_free_Website_httpwwwgustailbiodiversocom_enmicrogreens-ebook_I> Pristupljeno 10. veljače. 2019.
9. Drewnowski, A., Gomez-Carneros, C. (2000). Bitter taste, phytonutrients, and the consumer: A review. *American Journal of Clinical Nutrition*. [online] 72: 1424-1435, <<https://academic.oup.com/ajcn/article/72/6/1424/4729430>> Pristupljeno 11. veljače 2019.
 10. Duenas, M., Estrella, I., Hernandez, T. (2004). Occurrence of phenolic compounds in the seed coat and the cotyledon of peas (*Pisum sativum* L.). *European Food Research Technology*. [online] 219: 116-123 <https://www.researchgate.net/publication/227175586_Occurrence_of_phenolic_compounds_in_the_seed_coat_and_the_cotyledon_of_peas_Pisum_sativum_L> Pristupljeno 12. srpnja 2019.
 11. Ebert, A. (2012). Sprouts, microgreens, and edible flowers: The potential for high value specialty produce in Asia. Conference: Regional Symposium on High Value Vegetables in Southeast Asia: Production, Supply and Demand (SEAVEG2012), Chiang Mai, Thailand. Volume: AVRDC – The World Vegetable Center, Publication No. 12-758 [online] <<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20143185895>> Pristupljeno 12. travnja 2019.
 12. Ebert, A. W., Wu, T. H., Yang, R. Y. (2014). Amaranth sprouts and microgreens - A homestead vegetable production option to enhance food and nutrition security in the rural-urban continuum. [online] <https://www.researchgate.net/publication/272356648_Amaranth_sprouts_and_microgreens__a_homestead_vegetable_production_option_to_enhance_food_and_nutrition_security_in_the_rural-urban_continuum> Pristupljeno 12. travnja 2019.
 13. Fabek S. (2012). Vrijednost brokule (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck.) kao funkcionalne hrane ovisna o sorti, roku uzgoja i gnojidbi dušikom. Doktorski rad. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.
 14. 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 (2): 887-894.
 15. Fahey, J., Zalcmann, T., Talalay, P. (2001). The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants. *Phytochemistry*. [online] 56: 5-51 <[https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)00316-2](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)00316-2)> Pristupljeno 13. srpnja 2019

16. Franks, E., Richardson, J. (2016). *Microgreens: A guide to growing nutrient-packed greens*. Layton: Gibbs Smith
17. Kou, L., Luo, Y., Yang, T., Xiao, Z., Turner, E. R., Lester, G. E., Wang, Q., Camp, M. J. (2013). Postharvest biology, quality and shelf life of buckwheat microgreens. *LWT-Food Science and Technology*. [online] 51(1): 73-78. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643812004665>> Pristupljeno 6. ožujka 2019.
18. Kroggel, M., Lovichit, W., Kubota, C., Thomson, C. (2012). Greenhouse baby leaf production of lettuce and komatsuna in semi-arid climate: seasonal effects on yield and quality. *Acta Horticulturae* 952: 827-834.
19. Kyriacou, M. C., El-Nakhel, C., Graziani, G., Pannico, A., Soteriou, G. A., Giordano, M., Ritieni, A., De Pascale, S., Rouphael, Y. (2019). Functional quality in novel food sources: Genotypic variation in the nutritive and phytochemical composition of thirteen microgreens species. *Food chemistry*. [online] 277: 107-118. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814618318739>> Pristupljeno 12. srpnja 2019.
20. Kyriacou, M. C., Rouphael, Y., Di Gioia, F., Kyrtatzis, A., Serio, F., Renna, M., De Pascale, S., Santamaria, P. (2016). Micro-scale vegetable production and the rise of microgreens. *Trends in Food Science & Technology*. [online] 57: 103-115, <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224416302369>>. Pristupljeno 11. veljače 2019.
21. Lee, J. S., Pill, W. G., Cobb, B. B., Olszewski, M. (2004). Seed treatments to advance greenhouse establishment of beet and chard microgreens. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. [online] 79(49): 565-570. <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14620316.2004.11511806>> Pristupljeno 26. veljače 2019.
22. Lešić, R., Herak Ćustić, M., Poljak, M., Romić, M. (2016). *Povrćarstvo*. Zrinski, Čakovec.
23. López-Cervantes, J., Tirado-Noriega, L. G., Sánchez-Machado, D. I., Campas-Baypoli, O. N., Cantú-Soto, E. U., Núñez-Gastélum, J. A. (2013). Biochemical composition of broccoli seeds and sprouts at different stages of seedling development. *International Journal of Food Science & Technology*. [online] 48(11): 2267-2275. <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ijfs.12213>> Pristupljeno 16. srpnja 2019.

24. Mir, S. A., Shah, M. A., Mir, M. M. (2016). Microgreens: Production, shelf life and bioactive components. *Critical reviews in food science and nutrition*. [online] 57(12): 2730-2736 <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26857557>> Pristupljeno 12. travnja 2019.
25. Muchjajib, U., Muchjajib, S., Suknikom, S., Butsai, J. (2015). Evaluation of organic media alternatives for the production of microgreens in Thailand. *Acta Hort.* [online] 1102: 157-162 <https://www.actahort.org/books/1102/1102_19.htm> Pristupljeno 9. travnja 2019.
26. Murphy, C. J., Llorca, K. F., Pill, W. G. (2010). Factors affecting the growth of microgreen table beet. *International journal of vegetable science*. [online] 16: 253-266. <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19315261003648241>> Pristupljeno 7. kolovoza 2019.
27. Nakamura, Y., Kaihara, A., Yoshii, K., Tsumura, Y., Ishimitsu, S., Tonogai, Y. (2001). Content and composition of isoflavonoids in mature or immature beans and bean sprouts consumed in Japan. *Journal of Health Science*. [online] 47(4): 394-396. <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.561.7214&rep=rep1&type=pdf>> Pristupljeno 28. ožujka 2019.
28. Oloyo, R. A. (2004). Chemical and nutritional quality changes in germinating seeds of *Cajanus cajan* L. *Food Chemistry*. [online] 85(4): 497-502. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814602004545>> Pristupljeno 18. srpnja 2019.
29. Opačić, N., Šagud, A., Skomrak, A., Đurak, J., Kos, F. (2016) Mladi izdanci (*microgreens*) – brzo dostupan izvor minerala. Rad nagrađen Rektorovom nagradom. Zagreb, Agronomski fakulteta Sveučilišta u Zagrebu <<https://apps.unizg.hr/rektorova-nagrada/javno/stari-radovi/3988>> Pristupljeno 12. travnja 2019.
30. Opačić, N., Šagud, A., Skomrak, A., Đurak, J., Kos, F., Butković, M., Fabek Uher, S. (2018). *Microgreens* kao funkcionalna hrana. *Glasnik zaštite bilja*. [online] 41(3): 18-25 <<https://hrcak.srce.hr/201104>> Pristupljeno 21. ožujka 2019.
31. Pająk, P., Socha, R., Gałkowska, D., Rożnowski, J., Fortuna, T. (2014). Phenolic profile and antioxidant activity in selected seeds and sprouts. *Food chemistry*. [online] 143: 300-306. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030881461300993X>> Pristupljeno 18. srpnja 2019.
32. Paradiso, V. M., Castellino, M., Renna, M., Gattullo, C. E., Calasso, M., Terzano, R., Allegretta, I., Leoni, B., Caponio, F., Santamaria, P. (2018). Nutritional

- characterization and shelf-life of packaged microgreens. *Food & function*. [online] 9(11): 5629-5640. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30298894>> Pristupljeno 13. srpnja 2019.
33. Pérez-Balibrea, S., Moreno, D. A., García-Viguera, C. (2011). Genotypic effects on the phytochemical quality of seeds and sprouts from commercial broccoli cultivars. *Food Chemistry*. [online] 125(2): 348-354. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814610010721>> Pristupljeno 18. srpnja 2019.
34. Pinto, E., Almeida, A. A., Aguiar, A. A., Ferreira, I. M. P. L. V. O. (2015). Comparison between the mineral profile and nitrate content of microgreens and mature lettuces. *Journal of Food Composition and Analysis*. [online] 37: 38-43. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157514001513>> Pristupljeno 30. siječnja 2019.
35. Prasad, M. (1996). Physical, chemical and biological properties of coir dust. *Acta Hort*. [online] 450: 21-29 <https://www.actahort.org/books/450/450_1.htm> Pristupljeno 9. travnja 2019.
36. Renna, M., Di Gioia, F., Leoni, B., Mininni C., Santamaria, P. (2016). Culinary assesment of self-produced microgreens as basic ingredients in sweet and savory dishes. *Journal of Culinary Science & Technology*. [online] 15(2): 126-142. <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15428052.2016.1225534>> Pristupljeno 12. travnja 2019.
37. Samuolienė, G., Brazaitytė, A., Sirtautas, R., Sakalauskienė, S., Jankauskienė, J., Duchovskis, P., Novičkovas, A. (2012). The impact of supplementary short-term red LED lighting on the antioxidant properties of microgreens. In: VII International Symposium on Light in Horticultural Systems. *Acta Hort*. [online] 956:649-656. <https://www.actahort.org/books/956/956_78.html> Pristupljeno 1. travnja 2019.
38. SAS® System for Windows v. 9.1. (2002). SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
39. Senevirathne, G. I., Gama-Arachchige, N. S., Karunaratne, A. M. (2019). Germination, harvesting stage, antioxidant activity and consumer acceptance of ten microgreens. *Ceylon Journal of Science*. [online] 48(1), 91-96. <<https://cjs.sljol.info/articles/10.4038/cjs.v48i1.7593>> Pristupljeno 12. srpnja 2019.
40. Seneviratne, M., Gunasinghe, W. K. R., Gama-Arachchige, N. S., Dissanayake, N., Karunaratne, A. (2012). Mineral bioavailability in three locally consumed pulses processed using popular methods: interpreted using molar ratios with phytic acid. *Ceylon Journal of Science (Biological Sciences)*. [online] 41: 19-26.

- <<https://cjsbs.sljol.info/articles/abstract/10.4038/cjsbs.v4i1.4534>> Pristupljeno 12. srpnja 2019.
41. Sun, J., Xiao, Z., Lin, L.-Z., Lester, G. E., Wang, Q., Harnly, J. M., Chen, P. (2013). Profiling polyphenols in five Brassica species microgreens by UHPLC-PDA-ESI/HRMSn. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. [online] 61:10960-10970. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3915300/>> Pristupljeno 9. veljače 2019.
 42. Šic Žlabur, J., Voća, S., Dobričević, N. (2016) Kvaliteta voća, povrća i prerađevina - priručnik za vježbe. Agronomski fakultet Sveučilište u Zagrebu.
 43. Toth, N., Fabek, S., Benko, B., Žutić, I., Stubljar, S., Zeher, S. (2012). Učinak abiotskih čimbenika, gustoće sjetve i višekratne berbe na prinos rige u plutajućem hidroponu. *Glasnik zaštite bilja* 35(5): 24-34.
 44. Treadwell, D. D., Hochmuth, R., Landrum L., Laughlin W. (2010). Microgreens: A new specialty crop. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. <<http://edis.ifas.ufl.edu>> Pristupljeno 4. veljače 2019.
 45. USDA (2018) United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, National Nutrient Database for Standard Reference Release 28 <<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list>> Pristupljeno 2. srpnja 2019.
 46. Vajić B. (1964). Food, determination of the main ingredients. Ed. by University of Zagreb, Zagreb.
 47. Vukadinović V., Vukadinović V. (2011). Ishrana bilja, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J. J. Strossmayera, Osijek.
 48. Waterland, N. L., Moon, Y., Tou, J. C., Kim, M. J., Pena-Yewtukhiw, E. M., Park, S. (2017). Mineral content differs among microgreen, baby leaf, and adult stages in three cultivars of kale. *HortScience*. [online] 52(4): 566-571. <<https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/52/4/article-p566.xml>> Pristupljeno 15. srpnja 2019.
 49. Weber, C. F. (2016). Nutrient content of cabbage and lettuce microgreens grown on vermicompost and hydroponic growing pads. *Journal of Horticulture*. [online] 3(4):1-5. <https://www.researchgate.net/publication/312328447_Nutrient_content_of_cabbage_and_lettuce_microgreens_grown_on_compost_and_hydroponic_growing_pads> Pristupljeno 15. srpnja 2019.
 50. Weber, C. F. (2017). Broccoli microgreens: a mineral-rich crop that can diversify food systems. *Frontiers in nutrition*. [online] 4: 7. <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2017.00007/full>> Pristupljeno 15. srpnja 2019.

51. Xiao, Z. (2013). Nutrition, sensory, quality and safety evaluation of a new specialty produce: microgreens (doktorska rad).
52. Xiao, Z., Codling, E. E., Luo, Y., Nou, X., Lester, G. E., & Wang, Q. (2016). Microgreens of Brassicaceae: Mineral composition and content of 30 varieties. *Journal of Food Composition and Analysis*. [online] 49: 87-93 <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157516300448>> Pristupljeno 2. srpnja 2019.
53. Xiao, Z., Lester, G. E., Luo, Y., Wang, Q. (2012). Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: Edible microgreens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. [online] 60: 7644-7651. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22812633>> Pristupljeno 20. veljače 2019.
54. Xiao, Z., Lester, G. E., Park, E., Saftner, R. A., Luo, Y., Wang, Q. (2015). Evaluation and correlation of sensory attributes and chemical compositions of emerging fresh produce: Microgreens. *Postharvest Biology and Technology*. [online] 110: 140-148. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925521415300697>> Pristupljeno 18. veljače 2019.

Popis korištenih poveznica:

1. Eur-Lex <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R1169&from=EN>>. Pristupljeno 18. srpnja 2019.
2. Growers supply – blog <<https://growerssupply.wordpress.com/2012/11/20/photo-blog-better-nature-produce/dauscha/>> Pristupljeno 12. travnja 2019.
3. Nutrition Data <<https://nutritiondata.self.com/facts/nut-and-seed-products/3076/2>> Pristupljeno 18. srpnja 2019.
4. The Orange Country Register <<https://www.ocregister.com/2015/12/06/irvine-grown-microgreens-sprout-at-226-vons-pavilions-stores/>> Pristupljeno 12. travnja 2019.

7. PRILOG

Prilog 1. Popis i objašnjenje kratica korištenih u radu

Al	Aluminij, lat. Aluminium
Ca	Kalcij; lat. Calcium
Cl	Klor, lat. Chlorum
CP	Sirovi proteini, engl. crude proteins
Cu	Bakar; lat. Cuprum
DW	Suha tvar, engl. dry weights
Fe	Željezo; lat. Ferrum
FW	svježa tvar, engl. fresh weight
HClO ₄	Perklorna kiselina
HNO ₃	Dušična kiselina
HPO ₄ ²⁻	Fosfatni ion
K	Kalij; lat. Kalium
LSD	Najmanja signifikantna razlika; Least Significant Difference
Mb	Molibden, lat. Molybdenum
Mg	Magnezij; lat. Magnesium
Mn	Mangan; lat. Manganum
N	Dušik; lat. Nitrogenium
Na	Natrij, lat. Natrium
NO ₃ ⁻	Nitratni ion
P	Fosfor; lat. Phosphorus
S	Sumpor; lat. Sulphur
Se	Selen, lat. Selenium
So ₄ ²⁻	Sulfatni ion
SP	Sirovi proteini
ST	Suha tvar
st	Svježa tvar
Zn	Cink; lat. Zincum

Životopis

Tamara Brlek rođena je 15. siječnja 1996. u Zagrebu, a živi u Jertovcu. Pohađala je osnovnu školu u Konjščini, a 2010. godine upisuje Gimnaziju Antuna Gustava Matoša u Zaboku, smjer: opća gimnazija. Maturirala je 2014. godine te iste godine upisuje Agronomski fakultet u Zagrebu, preddiplomski studij Biljne znanosti kojeg završava 2017. godine čime stječe akademski naziv sveučilišna prvostupnica inženjerka biljnih znanosti. Iste godine upisuje diplomski studij Hortikultura usmjerenje Povrčarstvo na istom fakultetu. Zajedno s Ž. Jukićem i A. Matković, autorica je rada *Procesi tijekom faze nalijevanja i njihov utjecaj na kakvoću zrna pšenice namijenjenog za mlinsko-pekarsku industriju*, koji je objavljen u časopisu Agronomski glasnik u veljači 2018. godine. Pohađala je informatičke tečaj „Exceliranje“ 2016. godine u organizaciji Sveučilišnog računskog centra „Srce“. Prema Zajedničkom Europskom referentnom okviru za jezike (ljestvica za samoprocjenu) služi se engleskim (C1 razumijevanje, B1 govor i B1 pismo) te talijanskim jezikom (A1 razumijevanje, A1 govor i A1 pismo). Od 2008. godine aktivno se bavi streličarstvom te je sudjelovala na svjetskim i europskim prvenstvima kao dio Hrvatske streličarske reprezentacije.