

# Klijavost salate i krastavca na kompostima dobivenim iz poljoprivredne proizvodnje i komunalnog otpada

---

**Grabić, Nikolina**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2017**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:932226>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-11**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Nikolina Grabić, apsolvent

Sveučilišni diplomski studij Povrćarstvo i cvjećarstvo

**KLIJAVOST SALATE I KRASTAVCA NA KOMPOSTIMA  
DOBIVENIM IZ POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE I  
KOMUNALNOG OTPADA**

Diplomski rad

Osijek, 2017.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Nikolina Grabić, apsolvent

Sveučilišni diplomski studij Povrćarstvo i cvjećarstvo

**KLIJAVOST SALATE I KRASTAVCA NA KOMPOSTIMA  
DOBIVENIM IZ POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE I  
KOMUNALNOG OTPADA**

Diplomski rad

Osijek, 2017.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Nikolina Grabić, absolvent

Sveučilišni diplomski studij Povrćarstvo i cvjećarstvo

**KLIJAVOST SALATE I KRASTAVCA NA KOMPOSTIMA  
DOBIVENIM IZ POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE I  
KOMUNALNOG OTPADA**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Zdenko Lončarić, predsjednik
2. doc.dr.sc. Vladimir Ivezić, mentor
3. izv. prof.dr.sc. Brigita Popović, član

Osijek, 2017.

## Sadržaj

1. UVOD.....	1
1.1. Cilj istraživanja.....	3
2. PREGLED LITERATURE.....	4
3. MATERIJALI I METODE.....	8
3.1. Supstrati.....	8
3.2. Analize supstrata.....	9
3.3. Ispitivanje energije klijavosti.....	9
3.3.1. Priprema sjemena i otopine dobivene od supstrata.....	9
3.3.2. Priprema petrijevki.....	10
3.3.3. Indeks klijavosti (IK).....	10
3.3.4. Prikupljanje podataka i statistička analiza.....	11
4. REZULTATI.....	12
4.1. Supstrati.....	12
4.2. Klijavost krastavca i salate.....	13
4.2.1 Indeks klijavosti.....	15
4.2.2. Salata.....	17
4.2.3. Krastavac.....	19
5. RASPRAVA.....	22
6. ZAKLJUČAK.....	25
7. POPIS LITERATURE.....	27
8. SAŽETAK.....	30
9. SUMMARY.....	31
10. POPIS TABLICA.....	32
11. POPIS GRAFIKONA.....	33
12. POPIS SLIKA.....	34

## 1. UVOD

Prema definiciji komposti su organska gnojiva proizvedena kontroliranom oksidativnom mikrobiološkom razgradnjom različitih smjesa biljnih ostataka pomiješanih sa stajskim gnojivima, životinjskim ostacima i mineralnim dodacima. Da bi kompostiranje bilo kvalitetno potrebna je organska tvar dovoljne vlažnosti, dobra aeriranost, C/N odnos, pH reakcija, temperatura, mikroorganizmi i fizikalna svojstva kao što su poroznost tla, homogenost, struktura i tekstura.

Zbog sve veće ekološke svijesti kako poljoprivrednika tako i samih pojedinaca koji stvaraju otpad, otpad iz obiteljski i poljoprivrednih gospodarstava iskorištava se u svrhu dobivanja komposta. Otpad je svaka tvar ili predmet koje posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti, a definirana je Zakonom o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13). Komunalni otpad je otpad iz kućanstva i/ili uslužne djelatnosti koji je po svojstvima i sastavu sličan otpadu iz kućanstva.

Komunalni otpad pogodan za kompostiranje podrazumijeva gradski otpad i otpad iz kućanstva, koji se sastoji od lišća, grana, suhog i uvelog cvijeća iz parkova, groblja i vrtova, suhu i svježu travu, otpad s tržnica i restorana, itd. (Vukobratović i sur., 2014./2015.)

Podaci o gospodarenju s komunalnim biorazgradivim otpadom trenutno postoje samo do 2014. godine, a prema tome vidimo da se u 2014. godini odlagalištima diljem Republike Hrvatske odložilo 819 757 tona biorazgradivog komunalnog otpada što je za 5,8 % manje nego godini prije (HAOP, 2016.).

U ovom pokusu za ispitivanje komposta korišteni su salata (*Lactuca sativa*. L) i krastavac (*Cucumis sativus* L.) upravo zbog različitih uvjeta klijanja, kako bi se istražila učinkovitost komposta dobivenih iz komunalnog otpada i poljoprivrednih ostataka na uzgoj povrća.

Salata (*Lactuca sativa L.*) je jednogodišnja zeljasta biljka iz porodice *Asteraceae*. Optimalne pH vrijednosti tla za salatu su od 6 do 7, osjetljiva je na povećanu koncentraciju soli a posebice na klor (Lešić i sur., 2002.). Salatu karakterizira kratka vegetacija i uski i plitki korijenov sustav (Monaghan i Beacham, 2017.). Vrlo je osjetljiva na zreli stajski gnoj ili kompost (Lončarić i Parađiković, 2015)

Krastavac (*Cucumis sativus L.*) je jednogodišnja zeljasta biljka koja pripada porodici *Cucurbitaceae*. Kao i salata, krastavac uspijeva na tlima u rasponu pH od 5,8 do 7,2 a kao optimum se navodi 6,5. Krastavac, kao i salata, ima kratku vegetaciju i plitak korijenov sustav, ali za razliku od salate dobro podnosi neposrednu organsku gnojidbu (Lončarić i Parađiković, 2015.).

## 1.1. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja je utvrditi kvalitetu supstrata dobivenih iz komunalnog otpada i žetvenih ostataka tj. otpada iz poljoprivrede i njihovih primjesa s tresetom promatrajući energiju klijavosti salate (*Lactuca sativa* L.) i krastavca (*Cucumis sativus* L.)



## 2. PREGLED LITERATURE

Porast stanovništva a time i porast potrebe za hranom sve više opterećuje okoliš što uvjetuje potrebu za održivim gospodarenjem otpadom tj. racionalnijim gospodarenjem komunalnog otpada i ostataka iz poljoprivrede. Otpad je svaka tvar koja ima svojstva zbog kojih ga se vlasnik mora ili želi riješiti. Prema podrijetlu razlikujemo komunalni otpad, tehnološki otpad, bolnički otpad, poljoprivredni i stočarski otpad, građevinski otpad, rudarski otpad, specijalni (posebni) otpad odnosno radioaktivni ili eksplozivni otpad. (Vukobratović i sur. 2015.)

Prema Agenciji za zaštitu okoliša (2013.) najveći dio komunalnog otpada je njegova biorazgradiva frakcija i jedan je od najvećih izazova u održivom gospodarenju otpadom. Kako se Europska unija obvezala smanjiti količine neiskorištenog biootpada za 65% do 2020. godine tako se počela iskorištavati energetska vrijednost komunalnog otpada u anaerobnom procesu razgradnje u bioplinskim postrojenjima. Samim time održivo gospodarenje otpadom, posebice biorazgradivim komunalnim otpadom, postaje jedan od prioriteta Europske unije, ne samo zbog očuvanja tla i smanjivanja odlaganja, već i zbog svih energetskih potencijala koje takav otpad pruža (Voća i sur., 2014.).

Globalna je inicijativa da se komunalni organski otpad ali i otpad iz poljoprivredne proizvodnje koristi kao supstrat u poljoprivrednoj proizvodnji tj. kao materijal za kompostiranje. Ostaci iz poljoprivrede tj. otpad iz poljoprivrede je od uvijek bio glavna komponenta kompostiranja (Inbar i sur., 1988; Kulcu i Yaldiz, 2014) no sve je više istraživanja koja razmatraju korištenje komunalnog organskog otpada za proizvodnju komposta (Oliveira i sur. 2017; Wei i sur., 2017).

Materijali za kompostiranje su organski nusproizvodi i otpadne tvari. Na poljoprivrednim gospodarstvima to su stajska gnojiva s i bez stelje, žetveni ostaci i prerađivački otpad. Rijetko samo jedan materijal može ispuniti sve potrebne uvjete pa je kompostna masa najčešće dva ili više materijala. Kompostna tvoriva dijelimo u tri skupine - na primarno kompostno tvorivo (bogato dušikom i vlažno, na primjer gnojovka), dodatak

bogat ugljikom (suha tvar, na primjer slama) i kondicioner za popravljanje fizikalnih svojstava (teže razgradiva tvar, na primjer drvena sječka) (Lončarić i sur., 2015.).

Komunalni otpad često sadrži organski otpad iz parkova poput lišća i otpalih grana. Lišće je dobro primarno tvorivo jer je relativno suho i bogato ugljikom, C/N odnos je povoljan (40-80), razgradivo je s umjerenim kapacitetom upijanja vode. Drvena sječka i kora drveta su loši dodaci ali dobri kondicioneri. Vrlo visok C/N odnos, 150 -1 300 za drvenu sječku i 400 do 1 200 za koru drveta. Kora drveta se može i samostalno kompostirati za proizvodnju supstrata za presađivanje presadnica i za proizvodnju malčeva (Lončarić i sur., 2015.).

Kompostiranje je kontrolirana aerobna mikrobiološka razgradnja organske tvari. Kako bi kompost bio kvalitetan potrebna je organska masa dovoljne vlažnosti kao sirovina za kompostiranje i kisik (optimalni raspon vlage 50-60%, prihvatljiv raspon vlage 40-65%), mikroorganizmi koji troše kisik pa dolazi do anaerobne razgradnje, C/N odnos, jer nedostatak dušika produžuje proces kompostiranja a nedostatak ugljika onemogućuje stabilizaciju dušika (optimalan raspon (25-30):1, prihvatljiv raspon (20-40):1)). Minimalna koncentracija kisika za uspješan proces stvaranja kompostne mase je 5% a optimalna je iznad 10%. Što se tiče pH reakcije, optimalna bi bila 6,5-8,0, no proces će biti moguć u rasponu od 5,5 do 9,0. pH vrijednost se tijekom kompostiranja mijenja u oba pravca, do zakiseljavanja dolazi zbog produkcije organskih kiselina a do alkalizacije kod prevođenja organskog dušika u amonijski oblik. Optimalni raspon temperatura je od 55-60 °C i to je potrebno kako bi kompost mogao proći kroz tri faze kompostiranja prema temperaturi: mezofilna faza (10-40 °C), termofilna faza (40-70 °C) i ponovno mezofilna faza (10-40°C) (Trautmann i Krasny, 1998.). Kada ne bi bilo tih faza patogeni organizmi i klijavost sjemenki korova ne bi bili uništeni i tada taj kompost ne bi bio iskoristiv. Nadalje, optimalna fizikalna svojstva od presudne su važnosti za kvalitetno kompostiranje, a to podrazumijeva i odgovarajuću homogenost, poroznost, strukturu i teksturu.

Komposti imaju vrlo značajno mjesto u hortikulturnoj proizvodnji tj. u proizvodnji supstrata za uzgoj presadnica povrća (Karalić K., 2015). Tako je 2007. godine ispitan

ukupan rast i količina hranjivih elemenata u listu salate (*Lactuca sativa* L.) na agrotehnoško – znanstvenom odjelu na Universidad Autonoma de Chihuahua, Meksiko. U ispitivanju su koristili tri tipa gnojiva – dva organska i jedan konvencionalan. I vermikompost i kompost su proizvedeni od kravljeg stajskog gnojiva u procesu koji je trajao 25 tjedana.

Vukobratović i sur. 2015. godine istraživali su fertilizacijsku vrijednost, ekološku pogodnost te indeks klijanja četiri komposta dobivenih iz komunalnih otpada s četiri lokacije u Hrvatskoj. Istraživanje je obuhvatilo klijavost salate i krastavca ali i poljske pokuse s kukuruzom. Analizirani komposti nisu bili ekološki pogodni za uporabu u ekološkoj poljoprivredi zbog vrlo niskih graničnih vrijednosti dozvoljenih koncentracija teških metala u organskim gnojivima. Utvrđena je uska povezanost koncentracija teških metala u kompostima i proizvedenih presadnica.

U Egiptu, 2009. godine aplicirali su organski otpad kombiniran s i bez mineralnih gnojiva na tlo kako bi uvidjeli efekt tri vrste komposta (biljni ostaci, životinjski ostaci i njihova kombinacija) u poljoprivrednoj proizvodnji. Cilj istraživanja bio je uvidjeti koja vrsta komposta (kompost od isključivo biljnih ostataka, kompost od životinjskih ostataka i smjesa istih) ima najbolji utjecaj na proizvodnju krastavca (*Cucumis sativus* L.) (Esawy i sur. , 2009.). Pokus je utvrdio da kombinacija organskih i anorganskih gnojiva može povećati rast biljaka, njihov prinos, kvalitetu i plodnost tla. Također je utvrđeno da kompostirani organski otpad može zamijeniti oko 25% umjetnih dušičnih gnojiva.

Supstrati često imaju visok i nepovoljan pH što može štetno utjecati na klijavost. Jedan od izazova u proizvodnji supstrata je pronaći način kako sniziti visoku pH reakciju supstrata. Jedan od pristupa bi mogao biti korištenje treseta, tj. umješavanje treseta koji ima nizak pH u komposte čime bi se pokušalo postići snižavanje pH vrijednosti supstrata. Treset su naslage odumrlog i slabo razloženog biljnog materijala. Nastaje na područjima gdje se često zadržava voda te tako stvara redukcijske uvjete i kiselu reakciju. Prednosti su mu što zadržava vlagu u sušnim uvjetima te poboljšava strukturu teških tala, čineći ih rahlijima. Nije plodan ali može zadržavati hraniva. Izaziva kiselu reakciju i koristi se za smanjivanje pH (Lončarić i sur., 2015.).

Smith (2009.) se pozabavio istraživanjem teških metala u kompostima jer je vjerovao da samo tako možemo spriječiti kontaminacije tla, utvrditi što je neupotrebljiv otpad spreman za odlaganje na za to predviđenim odlagalištima, a koji možemo iskoristavati za recikliranje odnosno za stvaranje novih komposta u poljoprivrednoj proizvodnji.

### 3. MATERIJALI I METODE

Pokus je proveden 2016. Godine u Laboratoriju za agroekologiju na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku kako bi se ustvrdila klijavost krastavca i salate na različitim supstratima dobivenih iz komunalnog otpada i ostataka iz poljoprivrede.

#### 3.1. Supstrati

U istraživanju je korišteno pet supstrata, dva komposta nastala korištenjem ostataka iz poljoprivrede: *kompost 1* (smjesa digestata, stajskog gnojiva i otpada sa zelenih površina) i *kompost 2* (stajsko gnojivo i otpad sa zelenih površina), dva komposta nastala korištenjem komunalnog otpada: *komunalni kompost 1* (korišten je mikrobiološki preparat) i *komunalni kompost 2* (bez mikrobiološkog preparata) te jedan komercijalni supstrat kao referentni materijal. Supstrati dobiveni iz komunalnog otpada i supstrati dobiveni od poljoprivrednih ostataka kombinirani su s tresetom u različitim omjerima tako da smo sveukupno istražili 16 različitih kombinacija supstrata.

*Kompost 1*, *kompost 2* i treset dobiveni su s OPG-a, dok su *komunalni kompost 1* i *komunalni kompost 2* ostaci drveća nakon oluje u Osijeku 2016. godine kao i organski otpad proizveden nakon uređivanja parkova i zelenih površina na području grada Osijeka. Komercijalni kompost, čija funkcija je bila kontrola tj. referentni materijal, kupljen je u trgovini.

Istraživani supstrati i njihove kombinacije s tresetom:

- 1 Kompost1
- 2 Kompost1/treset 75-25
- 3 Kompost1/treset 50-50
- 4 Kompost2
- 5 kompost2/treset 75-25
- 6 Kompost2/treset 50-50

- 7 kompost1/kompost2 50-50
- 8 kompost1/kompost2/treset 37,5-37,5-25
- 9 kompost1/kompost2/treset 25-25-50
- 10 Komercijalni supstrat
- 11 komunalni kompost 1
- 12 komunalni kompost 1/treset 75-25
- 13 komunalni kompost1/treset 50-50
- 14 komunalni kompost 2
- 15 komunalni kompost 2/treset 75-50
- 16 komunalni kompost 2/treset 50-50

### 3.2. Analize supstrata

U supstratima je određen postotak suhe tvari i nasipna gustoća supstrata prema normi DIN EN 13040, te pH vrijednost (DIN EN 13037) u 1:5 (1 V uzorka + 5 V vode), masa određenog volumena uzorka je unaprijed određena nasipnom gustoćom i električna provodljivost (EC) prema normi DIN EN 13038.

### 3.3. Ispitivanje energije klijavosti

#### 3.3.1. Priprema sjemena i otopine dobivene od supstrata

Sjeme salate (*Lactuca sativa* L.) i krastavca (*Cucumis sativus* L.) kupljeno je 2016. godine. U pokusu je korištena metoda 05-05 B – in-vitro klijanje i rast korijena (Thomson, W.H., 2001.). 50 cm<sup>3</sup> supstrata odvagano je u bočice i sušeno na 70°C 24h dok potpuno nije isparila voda. U takve uzorke je dodano 150 mL destilirane vode te su dobro promiješani. Nakon što su odstajali 3h vodeni dio otopine odvojen je filter papirom od krute tvari.

### 3.3.2. Priprema petrijevki

Na dno petrijevke stavljen je filtar papir i na njega je položeno po 10 sjemeni krastavca, odnosno salate. Potom je sjeme prekriveno s 10 mL pripremljene otopine tj. 10 mL otopine dobivene iz svakog supstrata. Nakon sedam dana izbrojan je broj iskljajali sjemenki te je mjerena njihova duljina (hipokotila i radikula) kako za krastavac tako i za salatu. Kao kontrola koristila se petrijevka s 10 mL destilirane vode.

*Slika 1. Petrijevka s klijancima krastavca*



### 3.3.3. Indeks klijavosti (IK)

Indeks klijavosti tj. fitotoksičnost je određena modificiranom metodom Zucchini et al. (1981), gdje se kombinira mjerenja klijavosti sjemeni i izduženosti hipokotila i radikule. Indeks klijavosti je dobiven brojanjem klijanaca i mjerenjem dužine klijanaca a indeks je izražen kao postotak broja iskljajalih sjemenki i prosjeka izduženja klijanca u usporedbi s kontrolom (sjemenke iskljajale na filtar papiru navlaženom s 10 ml destilirane vode) kako slijedi (Albuquerque i sur. 2006):

$$IK (\%) = (KU \times LU / KK \times LK) \times 100$$

Gdje je:

KU - % klijavosti uzorka

LU - prosjek izduženosti klijanca uzorka

KK - % klijavosti kontrole

LK - prosjek izduženosti klijanca kontrole

#### 3.3.4. Prikupljanje podataka i statistička analiza

Pokus je postavljen u petrijevim zdjelicama u dva ponavljanja. Analiza podataka uključila je procjenu parametara deskriptivne statistike (prosjeci i rasponi) te analizu varijance (ANOVA) promatranih svojstava (varijabli). Statistička obrada podataka obavljena je softverskim paketima Microsoft Excel i Minitab verzija 15 (2007.).



## 4. REZULTATI

Rezultati pokusa dali su nam saznanja o kvaliteti supstrata dobivenih iz komunalnog otpada i poljoprivredne proizvodnje te mogućnost njihovog korištenja u daljnjoj proizvodnji presadnica povrća.

### 4.1. Supstrati

Da bi se komposti mogli detaljnije proučiti trebala su se prvo ispitati osnovna svojstva supstrata kao što su postotak suhe tvari u dobivenom uzorku, nasipna gustoća, pH i električna provodljivost. Nasipnu gustoću praškastog ili znatog materijala određujemo mjerenjem mase jedne litre promatranog supstrata. Iz tih smo podataka dobili potrebnu količina komposta za pH analizu (Tablica 1.).

Tablica 1. Osnovna svojstva supstrata

br	Tretman	%ST	Ld (g/cm <sup>3</sup> )	pH H <sub>2</sub> O	EC (ms/cm)
1	kompost1	36.13	0.6	7.89	1.006
2	kompost1/treset 75-25	41.01	0.5011	6.81	1.261
3	kompost1/treset 50-50	36.47	0.4014	6.46	0.702
4	kompost2	44.22	0.599	8.9	0.856
5	kompost2/treset 75-25	42.68	0.4998	8.18	0.714
6	kompost2/treset 50-50	42.07	0.4005	7.22	0.562
7	kompost1/kompost250-50	42.32	0.5998	8.08	0.957
8	kompost1/kompost2/treset 37,5-37,5-25	41.33	0.5257	7.36	0.853
9	kompost1/kompost2/treset 25-25-50	40	0.4009	6.45	0.593
10	komercijalni supstrat	28.34	0.492	5.72	0.429
11	komunalni kompost 1	72.04	0.569	9.21	1.558
12	komunalni kompost 1/treset 75-25	69.19	0.4772	8.45	1.077
13	komunalni kompost 1/treset 50-50	69.97	0.3855	7.8	0.973
14	komunalni kompost 2	75.48	0.5531	9.14	1.259
15	komunalni kompost 2/treset 75-25	73.18	0.4653	7.49	1.23
16	komunalni kompost 2/treset 50-50	68.18	0.3775	6.85	0.982
	Treset	44.28	0.202	4.57	0.0868

ST – suha tvar; Ld – nasipna gustoća; EC – električni konduktivitet

Suha tvar komposta dobivenih od poljoprivrednih ostataka se kretala od 36,13% – 44,22% dok je komunalni kompost imao više suhe tvari (72,04% - 75,48%), pH reakcija tla komunalnih komposta je bila viša (preko 9) od komposta dobivenih iz poljoprivredne proizvodnje (7,89 – 8,9). Treset je imao 44,28% suhe tvari i pH vrijednost od 4,57 (Tablica 1).

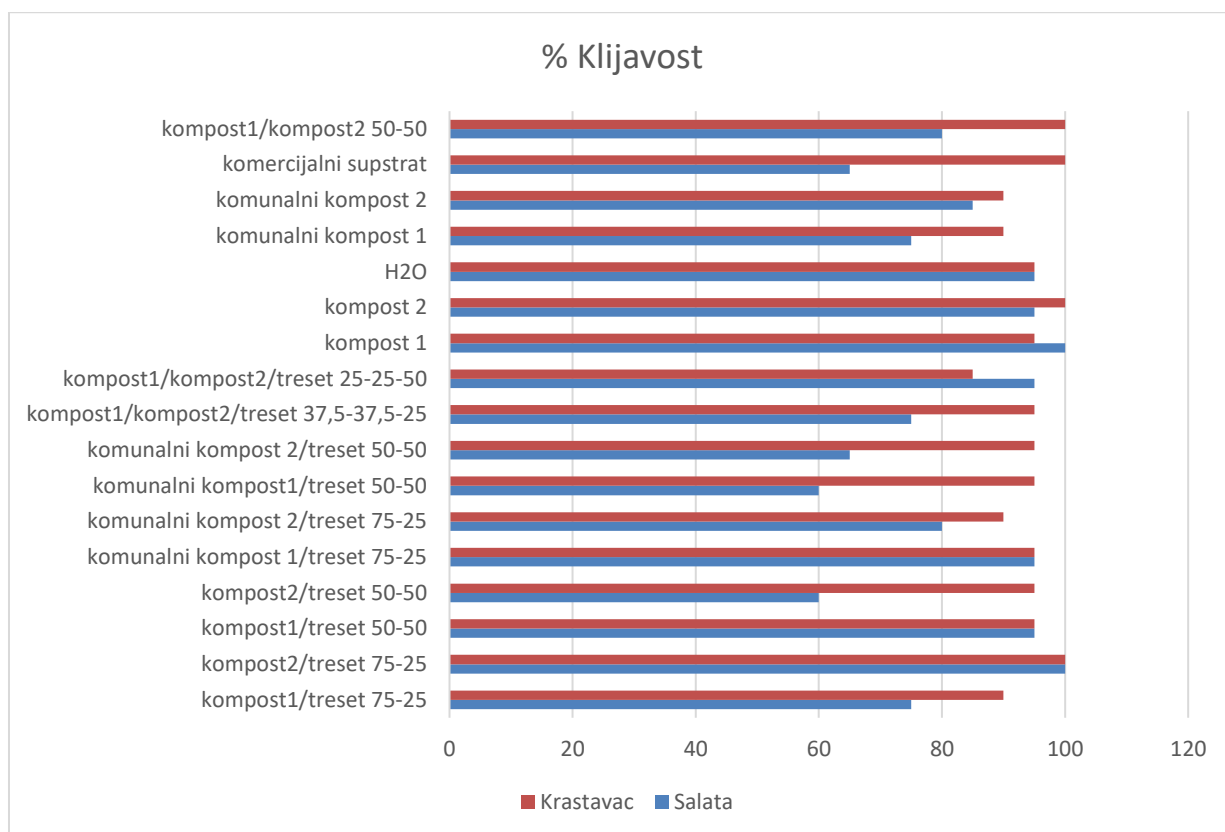
#### 4.2. Klijavost krastavca i salate

Deionizirana voda je korištena kao kontrola u pokusu te je klijavost i kod salate i kod krastavca bila 95%. Duljine klijanaca kod salate boljima od kontrole su se pokazale u tri supstrata (*kompost1/kompost2/treset 37,5-37,5-25; compost2/treset 75-25 i compost1/kompost2/treset 25-25-50*). Dok se od komercijalnog supstrata očekivao najbolji rezultat, proklijalo je svega 60% sjemenki salate ali 100% otpornijeg krastavca. Duljine klijanaca salate u komercijalnom supstratu su među statistički značajno najdužim klijancima no kod krastavca komercijalni supstrat se pokazao lošiji od čak 9 istraživanih supstrata (*komunalni kompost 2/treset 50-50; compost2/treset 50-50; compost2; komunalni kompost 2/treset 75-25; komunalni kompost 2; compost2/treset 75-25; komunalni kompost 1/treset 75-25; compost1/kompost2/treset 37,5-37,5-25; compost1/kompost2 50-50*).

Istraživanje je pokazalo da su krastavac i salata različito iskljali

Graf 1). Mješavina *kompost2/treset* u omjeru 75:25 pokazala se najpogodnijom za klijanje za oba dvije istraživane kulture. Krastavac je isključao na svim supstratima relativno dobro (od 85% do 100%) dok se na klijavost salate najlošije odrazilo korištenje komunalnog otpada i treseta u visokom postotku (50%) što je umanjilo klijavost na čak 60%.

Graf 1. Klijavost krastavca i salate



Analiza je pokazala visoku korelaciju ( $p < 0.0001$ ) dužine iskljalih hipokotila i radikule te zbroja hipokotila i radikule kao za salatu tako i za krastavac. Stoga se iskljalala sjemenka smatrala, sjemenka kojoj je iskljao i hipokotil i radikula te ukupna dužina je zbroj dužine hipokotila i radikule (

2 i 3.).

#### 4.2.1 Indeks klijavosti

Rezultati određivanja indeksa klijavosti su pokazali da kompost 1 i kompost 2 kao i neke njihove primjese s tresetom (*kompost2/treset 75-25; kompost1/kompost2/treset 25-25-50; kompost1/treset 50-50; kompost1/kompost2/treset 37,5-37,5-25*) imaju dobar indeks

klijavosti salate dok supstrat od komunalnog otpada ima najlošiji indeks klijavosti salate (Tablica 2.).

Tablica 2. Indeks klijavosti salate

<b>TRETMAN</b>	<b>n</b>	<b>klijanac (cm)</b>	<b>IK (%)</b>
kompost2/treset 75-25	20	5.97	<b>145</b>
kompost1/kompost2/treset 25-25-50	19	5.879	<b>136</b>
kompost1/treset 50-50	19	5.421	<b>125</b>
kompost2	19	5.268	<b>121</b>
kompost1/kompost2/treset 37,5-37,5-25	15	6	<b>109</b>
kompost1	20	4.425	<b>107</b>
H2O	19	4.337	<b>100</b>
kompost1/kompost2 50-50	16	4.938	<b>96</b>
Kompost1/treset 75-25	15	4.893	<b>89</b>
komunalni kompost 1/treset 75-25	19	3.721	<b>86</b>
kompost2/treset 75-25	12	5.667	<b>83</b>
komunalni kompost 2	17	3.865	<b>80</b>
komunalni kompost 2/treset 50-50	13	4.985	<b>79</b>
komercijalni supstrat	13	4.877	<b>77</b>
komunalni kompost 2/treset 75-25	16	3.656	<b>71</b>
komunalni kompost 1	15	3.847	<b>70</b>
komunalni kompost1/treset 50-50	12	3.233	<b>47</b>

n-broj iskljajalih sjemenki; IK(%)- indeks klijavosti

Istraživanje klijavosti krastavca nije pokazalo sličan obrazac kao salata, ono što možemo primijetiti da je indeks klijavosti za krastavac bio visok kada se radilo o kompostu 2 i njegovim primjesama s tresetom (*kompost2/treset 75-25*; *kompost2/treset 50-50*)(Tablica 3.).

Tablica 3. Indeks klijavosti krastavca

<b>TRETMAN</b>	<b>n</b>	<b>klijanac (cm)</b>	<b>IK (%)</b>
kompost2	20	14.125	<b>134</b>
komunalni kompost 2/treset 50-50	19	14.484	<b>130</b>
kompost2/treset 50-50	19	14.284	<b>128</b>
kompost2/treset 75-25	20	12.94	<b>122</b>
komunalni kompost 2/treset 75-50	18	13.744	<b>117</b>
kompost1/kompost2 50-50	20	12.185	<b>115</b>
komunalni kompost 1/treset 75-25	19	12.805	<b>115</b>
komunalni kompost 2	18	13.15	<b>112</b>
kompost1/kompost2/treset 37,5-37,5-25	19	12.389	<b>111</b>
H2O	19	11.126	<b>100</b>
komunalni kompost1/treset 50-50	19	10.3	<b>93</b>
kompost1/kompost2/treset 25-25-50	17	10.888	<b>88</b>
Kompost1/treset 50-50	19	9.253	<b>83</b>

komunalni kompost 1	18	9.594	<b>82</b>
komercijalni supstrat	20	8.37	<b>79</b>
Kompost1/treset 75-25	18	7.072	<b>60</b>
kompost1	19	5.368	<b>48</b>

n - broj iskljajalih sjemenki; IK(%) - indeks klijavosti

#### 4.2.2. Salata

Najduži klijanci salate su se pokazali na kompostima od ostataka iz poljoprivredne proizvodnje, pogotovo na tri komposta (*kompost1/kompost2/treset 37,5-37,5-25; kompost2/treset 75-25 i kompost1/kompost2/treset 25-25-50*) koji su bili i statistički značajno bolji od kontrole ali i od svih komposta od komunalnog otpada (izuzev supstrata: *komunalni kompost 2/treset 50-50*) (

4).

Tablica 4. Dužina klijanaca salate

TRETMAN	n	H+R (cm)			
kompost1/kompost2/treset 37,5-37,5-25	15	6	A		
kompost2/treset 75-25	20	5.97	A		
kompost1/kompost2/treset 25-25-50	19	5.879	A		
kompost2/treset 50-50	12	5.667	A	B	
kompost1/treset 50-50	19	5.421	A	B	
kompost2	19	5.268	A	B	
komunalni kompost 2/treset 50-50	13	4.985	A	B	C
kompost1/kompost2 50-50	16	4.938	A	B	C
kompost1/treset 75-25	15	4.893	A	B	C
komercijalni supstrat	13	4.877	A	B	C
kompost1	20	4.425		B	C D
H2O	19	4.337		B	C D
komunalni kompost 2	17	3.865			C D

komunalni kompost 1	15	3.847	C	D
komunalni kompost 1/treset 75-25	19	3.721	C	D
komunalni kompost 2/treset 75-25	16	3.656	C	D
komunalni kompost1/treset 50-50	12	3.233		D

n – broj iskljajalih sjemenki; H+R – dužina hipokotila i radikule; A, B, C, D – statistički značajne razlike ( $p < 0.0001$ )

Iskljajanim sjemenkama su se smatrale one kod kojih je iskljajao i hipokotil i radikula. Kod nekih sjemenki su iskljajali samo hipokotili a kod nekih, češće, samo radikule. To može ukazivati na kontaminiranost supstrata a možda sjemenka nije imala dobru energiju klijavosti. Kod tretmana *komunalni kompost1/treset 50-50* sjemenke su imale najkraće hipokotile (1,9 cm) i radikule (1,7 cm) i statistički je to najlošiji kompost za klijanje salate. Također, ti su klijanci statistički jednaki klijancima iskljajalima na *kompostu 1, komunalnom kompostu 1, komunalnom kompostu 2, H<sub>2</sub>O, komunalni kompost 1/treset 75-25 i komunalni kompost 2/treset 75-25*. Iako nisu sve sjemenke iskljajale na *kompost 1/kompost 2/treset 37,5-37,5-25* ti su klijanci statistički najbolji, odnosno najduži (hipokotil 3,3 cm, a radikula 2,7 cm). Sigurno im je pomogao i višak prostora i hraniva koji su imali u petrijevkama zahvaljujući neiskljajalim sjemenkama. Također, komposti *kompost 2/treset 75-25 i kompost 1/kompost 2/treset 25-25-50* dali su statistički zadovoljavajuće rezultate i jednaki su klijancima na kompostu *kompost 1/kompost 2/treset 37,5-37,5-25* (Tablica 4.)

Tablica 5. Dužine hipokotila i radikule salate

TRETMAN	n	Hipokotil (cm)	n	Radikula (cm)
kompost1/treset 75-25	15	3,1	18	1,689
kompost2/treset 75-25	20	3,2	20	2,73
kompost1/treset 50-50	19	3,2	19	2,247
kompost2/treset 50-50	12	3	14	2,479
komunalni kompost 1/treset 75-25	19	1,9	20	1,7
komunalni kompost 2/treset 75-25	16	1,7	17	1,876
komunalni kompost1/treset 50-50	12	1,7	12	1,492
komunalni kompost 2/treset 50-50	13	2,2	16	2,356
kompost1/kompost2/treset 37,5-37,5-25	15	3,3	15	2,7
kompost1/kompost2/treset 25-25-50	19	3,3	19	2,605
kompost 1	20	2,9	20	1,48

kompost 2	19	2,9	19	2,389
H <sub>2</sub> O	19	2	19	2,3
komunalni kompost 1	15	2,1	17	1,553
komunalni kompost 2	17	1,8	18	1,972
komercijalni supstrat	13	2,9	17	1,659
kompost1/kompost2 50-50	16	2,9	16	2,006

n – broj iskljajalih sjemenki  
4.2.3. Krastavac

Najduži klijanci krastavca su se pokazali kod *komunalnog komposta 2/treset 50-50*, *kompost 2/treset 50-50* i kod *komposta 2* bez kombinacija s tresetom. Zanimljivo je da ti supstrati nisu među statistički najboljima ali su se pokazali boljim od kontrole.

Tablica 6. Dužina klijanaca krastavca

TRETMAN	n	H+R (cm)				
komunalni kompost 2/treset 50-50	19	14.484	A			
kompost 2/treset 50-50	19	14.284	A			
kompost 2	20	14.125	A			
komunalni kompost 2/treset 75-25	18	13.744	A	B		
komunalni kompost 2	18	13.15	A	B	C	
kompost2/treset 75-25	20	12.94	A	B	C	
komunalni kompost 1/treset 75-25	19	12.805	A	B	C	
kompost1/kompost2/treset 37,5-37,5-25	19	12.389	A	B	C	D
kompost1/kompost2 50-50	20	12.185	A	B	C	D
H <sub>2</sub> O	19	11.126		B	C	D E
Kompost1/kompost2/treset 25-25-50	17	10.888		B	C	D E
komunalni kompost1/treset 50-50	19	10.3			C	D E
komunalni kompost 1	18	9.594				D E F
kompost 1/treset 50-50	19	9.253				E F



komercijalni supstrat	20	8.37	E	F
kompost 1/treset 75-25	18	7.072	F	G
kompost1	19	5.368		G

n – broj iskljajalih sjemenki; H+R – dužina hipokotila i radikule; A, B, C, D, E, F, G – statistički značajne razlike (p<0.0001)

Krastavac, kao i salata, uzimaju se zbog svojih brzorastućih svojstava za ispitivanje kvalitete komposta. Najduže radikule (10,142 cm) isključile su na kompostu *komunalni kompost 2/treset 50-50* ali hipokotili (4,3 cm) tih istih sjemenki nisu jednako dobro reagirale, no zbrajajući duljinu i hipokotila i radikule taj se kompost pokazao statistički najboljim. Uzimajući u obzir duljinu radikula slijede ga komposti *kompost 2/treset 50-50*, *kompost 2/treset 75-25* i *komunalni kompost 2/treset 75-25*. Najlošijim kompostom za uzgoj krastavca pokazao se *kompost 1*, prosjek dužine 20 iskljajalih radikula je 2,78 cm a prosjek dužine 19 iskljajalih hipokotila 2,5 cm. Nešto bolji od njega su *kompost 1/treset 75-25* i komercijalni supstrat.

Tablica 7. Dužine hipokotila i radikula krastavca

TRETMAN	HIPOKOTIL		RADIKULA	
	N	(cm)	n	(cm)
kompost1/treset 75-25	18	3,3	20	3,605
kompost2/treset 75-25	20	4	20	8,955
kompost1/treset 50-50	19	4,6	19	4,632
kompost2/treset 50-50	19	4,9	19	9,358
komunalni kompost 1/treset 75-25	19	5,2	19	7,558
komunalni kompost 2/treset 75-25	18	4,9	18	8,894
komunalni kompost1/treset 50-50	19	4,6	20	5,66
komunalni kompost 2/treset 50-50	19	4,3	19	10,142
kompost1/kompost2/treset 37,5-37,5-25	19	5,2	20	6,98
kompost1/kompost2/treset 25-25-50	17	4,7	19	5,805
kompost 1	19	2,5	20	2,78
kompost 2	20	5,2	20	8,94
H <sub>2</sub> O	19	2,7	20	8,37
komunalni kompost 1	18	4,4	18	5,172

komunalni kompost 2	18	4,3	19	8,563
komercijalni supstrat	20	4	20	4,42
kompost1/kompost2 50-50	20	6,4	20	5,835

---

n - broj iskljajalih sjemenki

## 5. RASPRAVA

Istraživani supstrati su imali alkalna svojstva. Umješavanjem treseta, koji ima pH svega 4,47, smanjila se alkalnost istraživanih komposta i time su postali pogodniji za biljke (Tablica 1.). I salati i krastavcu najbolje odgovara pH između 6 i 7 (Lončarić i Parđiković, 2015). Prema Warncke i sur. (2004.) optimalan pH za salatu 6,5 na mineralnim tlima i 5,5 na vrlo humoznim tlima. Svi komposti bez dodavanja treseta bili su alkalne reakcije od 7,9 – 9,2 (Tablica 1) što nije pogodno za rast salate i krastavca. Dodavanjem treseta spustili smo raspon pH na 6,4 - 8,4, većim udjelom treseta i pH se više spustio (Tablica 1).

Kao što je bilo i za očekivati krastavac je imao bolji postotak klijavosti od salate tj klijavost salate je osjetljivija na različite supstrate pa je time i bolji indikator pogodnosti određenog supstrata (Vukobratović i sur., 2015) . Najslabija klijavost salate se pokazala kada se koristio komunalni supstrat s visokim postotkom treseta (50%), tako su među četiri supstrata s najslabijom klijavosti tj. klijavosti ispod 70% bila čak tri supstrata s 50% treseta (*komunalni kompost 2/treset 50-50 – 65%*; *kompost2/treset 50-50 – 60%*; *komunalni kompost1/treset 50-50 – 60%*). Krastavac nije bio tako osjetljiv tako da je kod krastavca najniža klijavost bila 85 % (Graf 1.).

Salata koja je osjetljivija što se tiče klijanja (Vukobratović i sur. 2015) je imala najbolju klijavost na kompostima od ostataka iz poljoprivredne proizvodnje u kombinaciji s tresetom, pogotovo na tri komposta (*kompost1/kompost2/treset 37,5-37,5-25*; *kompost2/treset 75-25* i *kompost1/kompost2/treset 25-25-50*) koji su bili i statistički značajno bolji od kontrole ali i od svih komposta od komunalnog otpada (izuzev supstrata: *komunalni kompost 2/treset 50-50*) (Tablica 2) no *komunalni kompost 2/treset 50-50* je imao samo 65% klijavosti (

Graf 1.) što znači da je manji broj klijanaca imao više raspoloživog hraniva pa se može naslutiti da je to razlog izduženijih klijanaca u odnosu na sami *komunalni kompost 2* i *komunalni kompost 2/treset 75-25*. Najslabija klijavost salate se pokazala na komunalnim kompostima u kombinaciji s tresetom. Dakle možemo primijetiti da je umješavanje treseta pozitivno djelovalo na svojstva komposta dobivenih od poljoprivrednih ostataka no umješavanje treseta s komunalnim kompostima je negativno djelovalo na svojstva komposta.

Krastavac je na svim kompostima imao dobru energiju klijavosti. Dodavanje treseta u komposte nije značajno utjecalo na klijavost. Najboljima su se pokazali *kompost 2/treset 50-50*, *komunalni kompost 2/treset 50-50* i *kompost 2*. On voli tlo neutralne reakcije (Lešić i sur., 2002.) što su *kompost 2/treset 50-50* i *komunalni kompost 2/treset 50-50* zadovoljili. Na *kompostu 2*, unatoč njegovoj izrazito bazičnoj reakciji od 8,9 svi su klijanci isključili no ostali su nešto kraći nego klijanci na druga dva komposta.

Komposti obiluju mnogim hranjivim tvarima ali mogu biti izvor onečišćenja zahvaljujući teškim metalima čime su se 1987. bavili Gallardo – Lara i Nogales, a Wei i njegovi suradnici potvrdili još jednom 2017. godine. Osim teških metala, komposti dobiveni iz komunalnog otpada imaju visoke koncentracije soli što osim što inhibira rast biljaka, negativno utječe na strukturu tla (Hargreavesa i sur., 2008.). Možda je upravo to razlog zašto je komunalni kompost bio tako loš kompost no da bismo to tvrdili sa sigurnošću potrebne su detaljnije analize tla.

Kako bi se istražio upravo fitotoksični efekt supstrata primjenjuje se određivanje indeksa klijavosti (Albuquerque i sur. 2006; Selim i sur. 2012; Zucconi i sur. 1981). Indeks klijavosti kod salate je pokazao određeni obrazac, tj. bio je visok kod korištenja komposta 1 i komposta 2 kao i kod određenih primjesa tih komposta s tresetom (*kompost2/treset 75-25*; *kompost1/kompost2/treset 25-25-50*; *kompost1/treset 50-50*; *kompost1/kompost2/treset 37,5-37,5-25*) dok su supstrat od komunalnog otpada pokazali određeni fitotoksični efekt tj. imali su najlošiji indeks klijavosti salate.

Za razliku od salate kod krastavca se ne vidi određeni obrazac što se podudara s istraživanjem Vukobratović i sur. 2015 koji su isto primijetili da je salata bolji indikator

fitotoksičnosti. Kod krastavca je indeks klijavosti pokazao visoke vrijednosti za kompost 2 i njegovim primjesama s tresetom (*kompost2/treset 75-25; kompost2/treset 50-50*).

## 6. ZAKLJUČAK

### *Kompost 1*

Kompost 1, kao i neke njegove primjese s tresetom (kompost1/kompost2/treset 25-25-50; kompost1/treset 50-50; kompost1/kompost2/treset 37,5-37,5-25), imaju dobar indeks klijavosti za salatu. S obzirom na to da je salata dobar indikator fitotoksičnosti možemo zaključiti da je kompost jedan pogodan supstrat. Primjesa s tresetom poput *kompost 1/treset 25% - 50%* nije poboljšala klijavost niti salate niti krastavca, čak je primjesa s 25% treseta smanjila klijavost salate sa 100% na 75%. Kod primjese od 25% *komposta 1* i 50% *treseta* nije značajno utjecala na duljinu klijanaca salate ali je primjesa od 50% treseta imala značajno duže klijanice od samog komposta1.

### *Kompost 2*

Kompost 2 kao i neke njihove primjese s tresetom (*kompost2/treset 75-25; kompost1/kompost2/treset 25-25-50; kompost1/kompost2/treset 37,5-37,5-25*) imaju dobar indeks klijavosti za salatu. S obzirom da je salata dobar indikator fitotoksičnosti možemo zaključiti da je kompost ~~jedan~~ dva pogodan supstrat. Primjese komposta 2 s tresetom nisu poboljšale klijavost pa tako primjesa *kompost 2/treset 25% - 50%* treseta nije poboljšala klijavost kod krastavca koja je bila za sva tri tretmana 95-100%, dok je kod salate primjesa od 50% treseta smanjila klijavost sa 95% na 60%. *Kompost 2/treset 25% - 50%* treseta nije značajno utjecala na dužinu klijanaca ni salate ni krastavca.

### *Kompost1/Kompost2*

Kod smjese *Kompost 1/Kompost 2* vidljiva je slabija klijavost salate, prosječno 80%, od samog *komposta 1* (95%) ili samog *komposta 2* (100%). Kod krastavca nije zabilježena značajna razlika u klijavosti, prosječno 100% - 90%. Što se tiče dužine klijanaca kod salate nije zabilježena značajna razlika u duljini klijanaca od samog *komposta 1* ili *komposta 2*, no kod krastavca je zabilježeno značajno poboljšanje u dužini klijanaca u odnosu na sami *kompost 1* ali ne i za *kompost 2*. Dodavanjem treseta primjesi ne mijenja se značajno klijavost ni salate ni krastavca u usporedbi na primjesu bez treseta.

### *Komunalni kompost 1*

Kada je komunalni kompost korišten sam kao supstrat bez treseta, klijavost je identična i za salatu i za krastavac klijavosti u kombinaciji kompost1/treset 75:25. U kombinaciji komunalnog komposta 1 s tresetom u omjeru 75:25, klijavost i krastavca i salate je do 95%. Kada tu primjesu svedemo na omjer 50:50 tada uočavamo da je klijavost salate opala na 60% dok krastavac ostaje prije klijavosti od 95%. No što se duljine klijanaca tiče, salati je komunalni kompost 1 najmanje odgovarao, pogotovo u kombinaciji s više treseta. Za krastavac se ne može tvrditi isto jer je izduženost klijanaca u primjesi *komunalni kompost 1/treset 75-25* među najduljima. Indeks klijavosti za salatu je bio vrlo nizak za komunalni kompost 1 što ukazuje na fitotoksični efekt klijanja.

### *Komunalni kompost2*

Klijavost na komunalnom kompostu 2 se pokazala jednakom kao i na komunalnom kompostu 1. Klijavost salate je bila znatno lošija od klijavosti krastavca. Unatoč slaboj klijavosti salate nije uočena značajna razlika u duljini klijanaca. Krastavac je pak pokazao najdužu duljinu klijanaca od svih promatranih supstrata u kombinaciji *komunalni kompost 2/treset 50-50*. Kao i kod komunalnog komposta 1, indeks klijavosti za salatu je bio vrlo nizak i za komunalni kompost 2 što ukazuje na fitotoksični efekt klijanja.

### *Treset*

Ispitivanje energije klijavosti kod salate je pokazalo da je treset umješan s kompostima iz poljoprivredne proizvodnje poboljšao svojstva komposta dok u primjesi s kompostima komunalnog otpada nije imao pozitivan učinak, čak je umješavanje treseta s komunalnim otpadom pogoršalo energiju klijavosti salate. Kod krastavca se umješavanje treseta nije očitivalo nekim vidnim poboljšanjem ali kao što su i ranija istraživanja pokazala krastavac, za razliku od salate, nije dobar indikator osjetljivosti klijanaca na različite supstrate.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Agencija za zaštitu okoliša (2016.): Izvješće o komunalnom otpadu za 2014.
2. Albuquerque J A, González J, García D, Cegarra J. 2006. Measuring detoxification and maturity in compost made from “alperujo”, the solid by-product of extracting olive oil by the two-phase centrifugation system. *Chemosphere*.64: 470-477.
3. DIN EN 13037 (2012). Soil improvers and growing media - determination of pH. Deutsches Institut für Normung
4. DIN EN 13038 (2012). Soil improvers and growing media - determination of electrical conductivity. Deutsches Institut für Normung
5. DIN EN 13040 (2008). Soil improvers and growing media - sample preparation for chemical and physical tests, determination of dry matter content, moisture content and laboratory compacted bulk density. Deutsches Institut für Normung
6. Gallardo – Lara, F., Nogales. R. (1987.): Effect of the application of town refuse compost on the soil-plant system. *Biological Wastes*, Volume 19, Issue 1, 35-62
7. Hargreaves J.C., Adla M.S., Warman P.R. (2008.) A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 123, Issues 1–3, 1-14
8. Inbar Y., Chen Y., Hadar Y., Verdonck O. (1988.): Composting of Agricultural Wastes for their Use as Container Media: Simulation of the Composting Process. *Biological Wastes* 26, 247-259
9. Külcü R., Yaldiz O. (2014.): The composting of agricultural wastes and the new parameter for the assessment of the process. *Ecological Engineering* 69 220-225
10. Karalić, K. 2015. Kondicioneri (Poboljšivači tla). U: Lončarić, Z. (ur.), *Mineralna gnojiva i gnojidba ratarskih usjeva*. Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek. 83-96
11. Lešić R., Borošić J., Buturac I., Čustić M., Poljak M., Romić, D. (2002.): *Povrčarstvo*, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
12. Lončarić Z., 2015. Organska gnojiva. U: Lončarić Z. (Ur.) *Gnojidba povrća, organska gnojiva i kompostiranje*. Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek. 61-94



13. Lončarić, Z. i Parađiković N. (2015). Gnojidba u proizvodnji povrća. U: Lončarić Z. (Ur.) Gnojidba povrća, organska gnojiva i kompostiranje. Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek. 8-60
14. Mahmoud E., Abd EL – Kader N., Robin P., Akkal-Corfini N., Abd El-Rahman L. (2009.): Effects of Different Organic and Inorganic Fertilizers on Cucumber Yield and Some Soil Properties
15. Minitab Statistical Software (2007.). State College, PA, USA. Minitab Inc.
16. Monaghan J.M., Beacham A.M. (2017.): Salad Vegetable Crop. Encyclopedia of Applied Plant Sciences (Second Edition), Volume 3, 262–267
17. Oliveira, L.S.B.L., Oliveira, D.S.B.L., Bezerra, B.S., Pereira, B.S., Battistelle, R.A.G. (2017.): Environmental analysis of organic waste treatment focusing on composting scenarios. Journal of Cleaner Production, Volume 155, Part 1, 229-237
18. Selim, Sh. M., Zayed, M.S., Atta, H.M. (2012): Evaluation of phytotoxicity of compost during composting process. *Nature and Science* 10 (2)
19. Smith, S.R., (2009.): A critical review of the bioavailability and impacts of heavy metals in municipal solid waste composts compared to sewage sludge. *Environment International*, Volume 35, Issue 1, 142-156
20. Thompson, W.H. (ur.) (2001). Test Methods for the Examination of Composting and Compost: 05.05-B In-vitro germination and root elongation. The United States Department of Agriculture (USDA).
21. Trautmann N.M., Krasny, M.E. (1997.): Composting in the classroom, Scientifics inquiry for high school students. Cornell University. Ithaca, NY, SAD.
22. Voća, N. i sur., 2014.. Gospodarenje i energetska uporaba biorazgradljivog dijela komunalnog otpada u Republici Hrvatskoj. Dubrovnik, 49th Croatian & 9th International Symposium on Agriculture, pp. 26-35
23. Vukobratović Ž., Vukobratović M., Lončarić Z., Sikora S., Erhatic R., Svržnjak K. (2014./2015.): Korištenje kompostiranog biorazgradivog komunalnog otpada u održivoj poljoprivrednoj proizvodnji, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima
24. Zucconi, F., Pera, A., Forte M., de Bertoldi, M. (1981). Evaluating toxicity of immature compost. *BioCycle*, 22 (4): 54-57.

25. Wei Y., Li J., Shia D., Liua G., Zhaob Y., Shimaokac T. (2017.) Environmental challenges impeding the composting of biodegradable municipal solid waste: A critical review, *Resources, Conservation and Recycling* 122 (2017) 51–65
26. Warncke D., Dahl J., Zandstra B. (2004.): *Nutrient Recommendations for Vegetable Crops in Michigan*. Extension Bulletin E2934, New, Michigan State University, USA

## 8. SAŽETAK

Prema definiciji komposti su organska gnojiva proizvedena kontroliranom oksidativnom mikrobiološkom razgradnjom različitih smjesa biljnih ostataka pomiješanih sa stajskim gnojivima, životinjskim ostacima i mineralnim dodacima. Zbog sve veće svijesti o ekologiji, komunalni otpad se koristi u svrhu dobivanja komposta.

Kako bi se utvrdila kvaliteta komposta ispitivana je energija klijavosti krastavca (*Cucumis sativus* L.) i salate (*Lactuca sativa* L.). U istraživanju je korišteno pet supstrata nastalih od komunalnog otpada, što od poljoprivrednih ostataka što od organskog otpada sa zelenih površina, koje smo nazvali kompost 1, kompost 2, komunalni kompost 1 s mikrobiološkim preparatima, komunalni kompost 2 bez mikrobioloških preparata, te jedan komercijalni supstrat kao referentni materijal. Supstrati dobiveni iz komunalnog otpada i supstrati dobiveni od poljoprivrednih ostataka kombinirani su s tresetom u različitim omjerima tako da smo sveukupno istražili 16 različitih kombinacija supstrata.

Ispitivanjem energije klijavosti kod salate možemo zaključiti da je treset umješan s kompostima iz poljoprivredne proizvodnje poboljšao svojstva komposta dok u primjesi s kompostima komunalnog otpada umješavanje treseta pogoršalo je energiju klijavosti salate, a kod krastavca se nije očitao vidna promjena.

Ključne riječi: kompost, komunalni otpad, krastavac, salata, klijavost

## 9. SUMMARY

By definition, composts are organic fertilizers that are produced by controlled oxidative microbiological degradation of various mixtures of plant residues mixed with manure fertilizers, animal residues and mineral additives. Due to the growing awareness of ecology, communal waste is used for producing compost.

To determine the quality of compost, the energy of cucumber germination (*Cucumis sativus* L.) and salad germination (*Lactuca sativa* L.) was studied. Five substrates of communal waste were used in the research, from agricultural residues and organic waste to waste from green areas, called *compost 1*, *compost 2*, *communal compost 1*, *communal compost 2*, all of them without microbiological additives, and one commercial substrate as a reference material. Substances obtained from municipal waste and substrates obtained from agricultural residues were combined with peat in various ratios, so we have investigated 16 different substrate combinations altogether.

Researching the energy of germination in salads we can conclude that peat mixed with composts from agricultural production improved the properties of compost while the mixture of peat with composts from communal waste worsened the energy of salad germination, while in the cucumber there was no visible impact.

Key words: compost, communal waste, salad, cucumber, germination

## 10. POPIS TABLICA

Tablica 1. Osnovna svojstva supstrata	12
Tablica 2. Indeks klijavosti salate	15
Tablica 3. Indeks klijavosti krastavca	15
Tablica 4. Dužina klijanca salate	16
Tablica 5. Dužina hipokotila i radikule salate	17
Tablica 6. Dužina klijanaca krastavca	18
Tablica 7. Dužina hipokotila i radikule krastavca	19

## **11. POPIS GRAFIKONA**

Graf 1. Klijavost krastavca i salate

14

## 12. POPIS SLIKA

Slika 1. Petrijevka s klijancima krastavca

10

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište J. J. Strossmayera  
Poljoprivredni fakultet u Osijeku  
Sveučilišni diplomski studij, smjer Povrćarstvo i cvjećarstvo

Diplomski rad

### **Klijavost salate i krastavca na kompostima dobivenim iz poljoprivredne proizvodnje i komunalnog otpada**

**Nikolina Grabić**

**Sažetak:** Prema definiciji komposti su organska gnojiva proizvedena kontroliranom oksidativnom mikrobiološkom razgradnjom različitih smjesa biljnih ostataka pomiješanih sa stajskim gnojivima, životinjskim ostacima i mineralnim dodacima. Zbog sve veće svijesti o ekologiji, komunalni otpad se koristi u svrhu dobivanja komposta. Kako bi se utvrdila kvaliteta komposta ispitivana je energija klijavosti krastavca (*Cucumis sativus* L.) i salate (*Lactuca sativa* L.). U istraživanju je korišteno pet supstrata nastalih od komunalnog otpada, što od poljoprivrednih ostataka što od organskog otpada sa zelenih površina, koje smo nazvali kompost 1, kompost 2, komunalni kompost 1 s mikrobiološkim preparatima, komunalni kompost 2 bez mikrobioloških preparata, te jedan komercijalni supstrat kao referentni materijal. Supstrati dobiveni iz komunalnog otpada i supstrati dobiveni od poljoprivrednih ostataka kombinirani su s tresetom u različitim omjerima tako da smo sveukupno istražili 16 različitih kombinacija supstrata. Ispitivanjem energije klijavosti kod salate možemo zaključiti da je treset umješan s kompostima iz poljoprivredne proizvodnje poboljšao svojstva komposta dok u primjesi s kompostima komunalnog otpada umješavanje treseta pogoršalo je energiju klijavosti salate, a kod krastavca se nije očitalo vidna promjena.

**Rad je izrađen pri:** Poljoprivredni fakultet u Osijeku

**Mentor:** doc. dr. sc. Vladimir Ivezić

**Broj stranica:** 31

**Broj grafikona i slika:** 2

**Broj tablica:** 7

**Broj literaturnih navoda:** 26

**Broj priloga:**

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** kompost, komunalni otpad, krastav, salata, klijavost

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. prof.dr.sc. Zdenko Lončarić, predsjednik
2. doc.dr.sc. Vladimir Ivezić, mentor
3. izv. prof. dr. sc. Brigita Popović, član

**Rad je pohranjen:** Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilištu u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek



## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**  
**Faculty of Agriculture in Osijek**  
**University Graduate Studies, course Vegetable and flower growing**

**Graduate thesis**

### **Lettuce and cucumber germination on composts made of agricultural production and communal waste**

**Nikolina Grabić**

**Abstract:** By definition, composts are organic fertilizers that are produced by controlled oxidative microbiological degradation of various mixtures of plant residues mixed with manure fertilizers, animal residues and mineral additives. Due to the growing awareness of ecology, communal waste is used for producing compost. To determine the quality of compost, the energy of cucumber germination (*Cucumis sativus* L.) and salad germination (*Lactuca sativa* L.) was studied. Five substrates of communal waste were used in the research, from agricultural residues and organic waste to waste from green areas, called *compost 1*, *compost 2*, *communal compost 1*, *communal compost 2*, all of them without microbiological additives, and one commercial substrate as a reference material. Substances obtained from municipal waste and substrates obtained from agricultural residues were combined with peat in various ratios, so we have investigated 16 different substrate combinations altogether. Researching the energy of germination in salads we can conclude that peat mixed with composts from agricultural production improved the properties of compost while the mixture of peat with composts from communal waste worsened the energy of salad germination, while in the cucumber there was no visible impact.

**Thesis performed at:** Faculty of Agriculture in Osijek

**Mentor:** doc.dr.sc. Vladimir Ivezić

**Number of pages:** 31

**Number of figures:** 2

**Number of tables:** 8

**Number of references:** 26

**Number of appendices:**

**Original in:** Croatian

**Key words:** compost, communal waste, salad, cucumber, germination

**Thesis defended on date:**

**Reviewers:**

1. prof. dr. sc. Zdenko Lončarić, chairman
2. doc.dr.sc. Vladimir Ivezić, mentor
3. izv. prof. dr. sc. Brigita Popović, member

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, Osijek