



**Inovativna proizvodnja
organskih gnojiva i supstrata
za uzgoj presadnica**

Ulaganje u znanost i inovacije

**Inovativna proizvodnja organskih gnojiva
i supstrata za uzgoj presadnica
(KK.01.1.1.04.0052)**



Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog fonda za regionalni razvoj
Sadržaj publikacije/emitiranog materijala isključiva je odgovornost Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek

Ulaganje u znanost i inovacije

Inovativna proizvodnja organskih gnojiva i supstrata za uzgoj presadnica (KK.01.1.1.04.0052)

Nositelj projekta (Korisnik):

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Partneri na projektu:

1. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
2. Odjel za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Fond: Europski strukturni i investicijski fondovi

Operativni program: Operativni program konkurentnost i kohezija

Ukupna vrijednost projekta: 7.326.749,73 kuna

EU sufinanciranje projekta: 5.089.138,20 kuna

Razdoblje provedbe projekta:

20.12.2019. – 20.12.2022. (36 mjeseci)

Posredničko tijelo 1. razine: Ministarstvo znanosti i obrazovanja

Posredničko tijelo 2. razine:

Središnja agencija za financiranje i ugovaranje programa i projekata Europske unije

Projekt „Inovativna proizvodnja organskih gnojiva i supstrata za uzgoj presadnica“
(KK.01.1.1.04.0052)

Urednik:

Prof. dr. sc. Zdenko Lončarić

Članovi projektnog tima i suradnici u pripremi projektnih publikacija:

prof. dr. sc. Zdenko Lončarić
prof. dr. sc. Suzana Kristek
izv. prof. dr. sc. Brigita Popović
izv. prof. dr. sc. Vladimir Ivezic
izv. prof. dr. sc. Tomislav Vinković
prof. dr. sc. Ružica Lončarić
izv. prof. dr. sc. Andrijana Rebekić
doc. dr. sc. Monika Tkalec Kojić
doc. dr. sc. Jurica Jović
dr. sc. Sanja Jelić Milković
doc. dr. sc. Vladimir Zebec
prof. dr. sc. Tihana Sudarić
izv. prof. dr. sc. Miroslav Lisjak
prof. dr. sc. Domagoj Rastija
Katarina Perić, mag. ing. agr.
Franjo Nemet, mag. ing. agr.
izv. prof. dr. sc. Mirna Velki
izv. prof. dr. sc. Sandra Ećimović
izv. prof. dr. sc. Ivna Štolfa Čamagajevac
izv. prof. dr. sc. Rosemary Vuković
dr. sc. Ana Vuković
izv. prof. dr. sc. Marina Tišma
prof. dr. sc. Mirela Planinić
prof. dr. sc. Ana Bucić Kojić
Gordana Šelo, mag. ing. proc.
doc. dr. sc. Lidija Dujmović

Izdavač:

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku,
Vladimira Preloga 1, Osijek

Sadržaj



1. Opis projekta	1
1.1. Cilj i očekivani rezultati projekta	2
1.2. Ciljne skupine	3
1.3. Horizontalna načela	4
1.4. Očekivana područja primjene rezultata istraživanja	4
1.5. Projektni tim	5
2. Rezultati projekta	7
2.1. Postavljanje i provedba pokusa kompostiranja	7
2.2. Osnovni rezultati provedenih pokusa kompostiranja	14
2.2.1. Smanjenje CN odnosa procesom kompostiranja	14
2.2.2. Porast udjela topivih oblika hraniva u kompostu	15
2.2.3. Porast koncentracije fosfora uslijed gubitka organske tvari procesom kompostiranja	15
2.2.4. Utjecaj mikroorganizama i ureje na trajanje termofilne faze kompostiranja	16
3. Publicirani znanstveni radovi u okviru projektnih aktivnosti	18

1. Opis projekta



Smanjena sposobnost za provođenje vrhunskih istraživanja i zadovoljavanja potreba gospodarstva glavni je problem znanstvenih organizacija uključenih u projekt, uzrokovan nedovoljnom kapacitiranosti prijavitelja i partnera. Posljedično, istraživači se suočavaju sa smanjenim opsegom, kvalitetom i relevantnosti znanstvenih publikacija u području biotehničkih, odnosno prirodnih znanosti, nemogućnošću ravnopravnog sudjelovanja u istraživačkim projektima te smanjenom kvalitetom nastavnih djelatnosti.

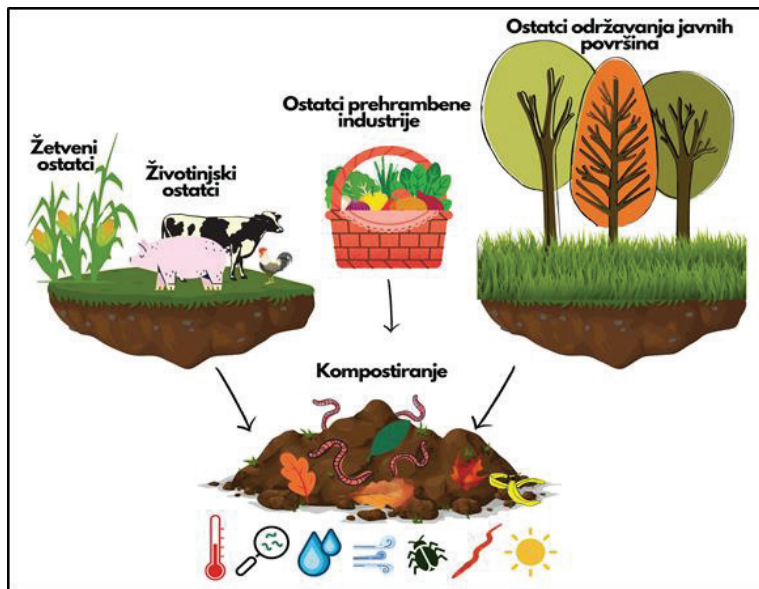
Analizom tržišta ustanovljeno je kako postoji potreba za rezultatima istraživanja među predstavnicima gospodarstva kojima će provedba projekta omogućiti:

- unapređenje tehnologije proizvodnje povrća (intenziviranje proizvodnje povrća razvojem peletiranih organskih gnojiva za različite tipove tala i različite sustave uzgoja povrća te razvojem održive proizvodnje supstrata za uzgoj povrća),
- unapređenje uzgoja presadnica cvijeća i ukrasnih lončanica,
- razvoj tehnologija proizvodnje komposta, vermikomposta, peletiranih gnojiva i supstrata za uzgoj presadnica povrća i cvijeća (razvit će se tehnološka rješenja i time stvoriti preduvjete za razvoj proizvodne grane koja je u RH potpuno nerazvijena, a pridonijet će razvoju MSP uz istovremeni veliki doprinos zaustavljanju degradacije organske tvari, tj. humusa u tlima, očuvanju okoliša te kvalitetnom zbrinjavanju otpada kontroliranom transformacijom organskih otpada u peletirana organska gnojiva, komposte, vermikomposte i supstrate),
- razvoj proizvodnje i upotrebe uređaja i opreme za kompostiranje i peletiranje (projekt će multiplicirati opseg kompostiranja i proizvodnje peletiranih organskih gnojiva te će biti povećana potražnja za sustavima za kompostiranje (mali, srednji i veliki bioreaktori) s čitavim nizom mjernih kontrolnih uređaja (senzori za kontrolu temperature, vlage, aeriranosti) i
- unapređenje tehnologije proizvodnje mikrobioloških preparata koji će se koristiti kao komponente i/ili kao kondicioneri pri proizvodnji komposta, vermikomposta, peletiranih gnojiva i supstrata.

Navedeno će se postići provedbom osnovnih istraživačko-razvojnih faza projekta.

Povećanje vlastitih kapaciteta za provođenje vrhunskih istraživanja i zadovoljavanje potreba gospodarstva glavni je interes znanstvenih organizacija uključenih u projekt. Posljedično, istraživači će povećati opseg, kvalitetu i relevantnost znanstvenih publikacija u području biotehničkih, odnosno prirodnih znanosti, intenzivirati interdisciplinarnu istraživačke aktivnosti i oplemeniti kvalitetu nastavnih djelatnosti.





Slika 1. Organski ostaci i proces kompostiranja

1.1. Cilj i očekivani rezultati projekta

Cilj projekta je povećanje inovativnih potencijala znanstvenih organizacija provođenjem primijenjenih istraživanja u TPP Energija i održivi okoliš i Hrana i bioekonomija te prijenos znanja i tehnologije poslovnoj zajednici koja je usmjerena na proizvodnju novih organskih gnojiva i supstrata za uzgoj presadnica.

Članovi istraživačkog tima Korisnika i partnera će tijekom provedbe projekta:

- utvrditi stvarnu raspoloživost sirovina za organska gnojiva i proizvodnju komponenti, posebice količine i sezonsku dinamiku raspoloživosti,
- izgraditi sustav gospodarskog vrednovanja sirovina,
- izgraditi i umrežiti analitičke i informatičke kapacitete suvremenih tehnologija prerade sirovina,
- istražiti temeljne principe promjena svojstava sirovina kontroliranim biološkim razgradnjama,
- razviti optimalne tehnologije kompostiranja, vermikompostiranja i mikrobiološkog kondicioniranja raspoloživih sirovina i njihovih smjesa,

- odrediti vrste mikroorganizama koje će se koristiti kao kondicioneri određenih gnojiva i supstrata,
- izraditi prototipove peletiranih organskih gnojiva,
- izraditi prototipove novih supstrata za uzgoj različitih biljnih vrsta i
- ocijeniti vrijednost novih organskih gnojiva i supstrata.

Projektom će se, osim transfera tehnologije u poslovni sektor, djelovati u smjeru postizanja znanstveno-nastavne izvrsnosti uključenih istraživača i transfera znanja i tehnologije na znanstvenike istraživačkih centara na nacionalnoj i međunarodnoj razini. Planirano je 11 znanstvenih publikacija objavljenih u znanstvenim časopisima indeksiranim na platformi „Web of Science“.

Provedbom projekta stvorit će se znanstvene, gospodarske i društvene vrijednosti.

Projekt obuhvaća primijenjena industrijska istraživanja u TPP Energija i održivi okoliš i Hrana i bioekonomija s utjecajima na PTPP Održiva proizvodnja i prerada hrane i Ekološki prihvatljive tehnologije, oprema i napredni materijali Strategije pametne specijalizacije.

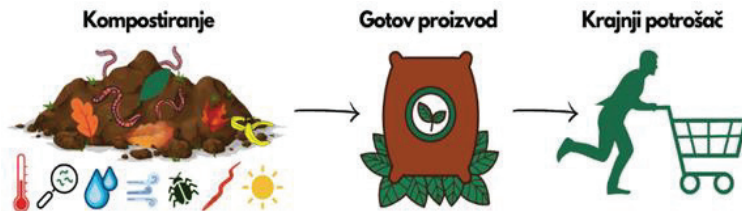
Realizacija doprinosi i ciljevima Sporazuma o partnerstvu između Republike Hrvatske i Europske komisije za korištenje EU strukturnih i investicijskih fondova za rast i radna mjesta u razdoblju 2014.-2020. (tematski cilj 1) i Operativnog programa Konkurentnost i kohezija 2014.-2020. (specifični cilj 1a1) i to povećanjem tržišno orijentirane IRI aktivnosti i diseminacijom rezultata u poslovni sektor.

Projekt je usklađen sa Strategijom poticanja inovacija, Strategijom obrazovanja, znanosti i tehnologije te Planom razvoja istraživačke infrastrukture.

1.2. Ciljne skupine

1. Istraživači prijavitelja (30) i partnera (Prehrambeno tehnološki fakultet Osijek – 12 i Odjel za biologiju – 10) – imaju potrebe za unaprijeđenim kapacitetima na kojima će stjecati znanstvenu izvrsnost te realizirati nove znanstvene projekte.
2. Studenti prijavitelja (380) te partnera (Prehrambeno tehnološki fakultet Osijek – 180 i Odjel za biologiju – 90) – imaju potrebu za stjecanjem znanja i iskustva u istraživačkom radu te za izradu diplomskih i doktorskih radova.
3. Predstavnici gospodarstava (50) i znanstvene zajednice (50).

Krajnji korisnici projekta su ostali predstavnici znanstvene zajednice i gospodarstva koji koriste rezultate istraživačke aktivnosti te društvo koje će koristiti razvijene usluge i proizvode.



Slika 2. Shematski prikaz organske tvari od kompostiranja do krajnjeg potrošača.

1.3. Horizontalna načela

Projekt je otvoren prema oba spola te se vodi isključivo načelom znanstvene izvrsnosti. Istraživački tim sastavljen je bez diskriminacijske osnove, a čine ga istraživači i istraživačice iz ustanove prijavitelja i partnera koji su već stekli iskustva u provedbi projekata, prije svega znanstvenih. Projekt ne diskriminira osobe ni na temelju rase ili etničke pripadnosti, spola, jezika, vjere i drugih oblika diskriminacije.

1.4. Očekivana područja primjene rezultata istraživanja

Rezultati istraživanja usmjereni su na:

- zbrinjavanja zelenog organskog komunalnog otpada proizvodnjom kvalitetnih stabilnih organskih gnojiva i supstrata,
- zbrinjavanje organskih nusproizvoda i otpada iz poljoprivrede, šumarske i prehrambene proizvodnje,
- kontrolu količine štetnih teških metala u komunalnim i ostalim organskim otpadima,
- smanjenje emisije stakleničkih plinova (smanjena volatilizacija plinova iz organskih gnojiva, smanjena emisija CO₂ iz treseta),
- smanjenje degradacije tala očuvanjem humoznosti i elastičnosti tla i
- očuvanje biološke raznolikosti i ekosustava tresetišta.

Dugoročna korist društva, od pojedinca do razine lokalne ili područne (regionalne) samouprave, a također i agencije za zaštitu okoliša i poljoprivredno zemljište, bit će očuvanje plodnosti tla kao neobnovljivog resursa, intenziviranje deficitarne proizvodnje povrća i očuvanje okoliša kvalitetnijim zbrinjavanjem otpada uz veći stupanj održivosti komunalnih subjekata.

1.5. Projektni tim

S ciljem uspješne provedbe projekta, u fazi njegove pripreme oformljeni su projektni i istraživački tim sastavljeni od istraživača u projekt uključenih znanstvenih organizacija koji imaju značajno iskustvo u pripremi i provedbi razvojnih i istraživačkih projekata.

Prijavitelj je znanstvena organizacija koja provodi znanstveno-istraživačku djelatnost u biotehničkom znanstvenom području, polje poljoprivrede. Projekt se provodi pri Zavodu za agroekologiju i zaštitu okoliša, Zavodu za biljnu proizvodnju i biotehnologiju te Zavodu za bioekonomiju i ruralni razvoj, odnosno pripadajućim laboratorijima i praktikumima. Prehrambeno tehnološki fakultet Osijek izvodi visokoškolsko obrazovanje i znanstveno-istraživačku djelatnost iz znanstvenog područja biotehničkih, prirodnih i tehničkih znanosti, dok Odjel za biologiju, kao znanstveno-nastavna sastavnica Sveučilišta u Osijeku sudjeluje u izvedbi studijskih programa te razvija znanstveni i stručni rad u znanstvenom polju biologija i interdisciplinarnom području znanosti.

Voditelj projekta: prof. dr. sc. Zdenko Lončarić, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek (FAZOS)

Članovi Administrativnog projektnog tima FAZOS-a:

- prof. dr. sc. Zdenko Lončarić,
- Ivanka Ivanović, dipl. oec.,
- Renata Meleš, mag. iur.

Članovi Administrativnog projektnog tima partnera:

- doc. dr. sc. Mirna Velki, Odjel za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
- izv. prof. dr. sc. Marina Tišma, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek (PTFOS)

Članovi istraživačkog projektnog tima Fakulteta agrobitehničkih znanosti Osijek:

- prof. dr. sc. Zdenko Lončarić,
- prof. dr. sc. Suzana Kristek,
- izv. prof. dr. sc. Brigita Popović,
- izv. prof. dr. sc. Vladimir Ivezić,
- izv. prof. dr. sc. Tomislav Vinković,
- prof. dr. sc. Ružica Lončarić,
- izv. prof. dr. sc. Andrijana Rebekić,
- dr. sc. Monika Tkalec Kojić,
- dr. sc. Jurica Jović,
- Sanja Jelić Milković, mag. ing. agr.,
- doc. dr. sc. Vladimir Zebec,
- izv. prof. dr. sc. Tihana Sudarić,
- izv. prof. dr. sc. Miroslav Lisjak,
- prof. dr. sc. Domagoj Rastija,
- Katarina Perić, mag. ing. agr. i
- Franjo Nemet, mag. ing. agr.

Članovi istraživačkog projektnog tima Odjel za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku:

- doc. dr. sc. Mirna Velki,
- doc. dr. sc. Sandra Ećimović,
- izv. prof. dr. sc. Ivna Štolfa Čamagajevac,
- doc. dr. sc. Rosemary Vuković i
- Ana Vuković, mag. biol.

Članovi istraživačkog projektnog tima Prehrambeno tehnološki fakultet Osijek:

- izv. prof. dr. sc. Marina Tišma,
- prof. dr. sc. Mirela Planinić,
- prof. dr. sc. Ana Bucić Kojić,
- Gordana Šelo, mag. ing. proc. i
- doc. dr. sc. Lidija Dujmović.

Suradnici - gospodarski subjekti:

- Unikom d.o.o., Osijek
- Kanaan d.o.o., Donji Miholjac

2. Rezultati projekta



2.1. Postavljanje i provedba pokusa kompostiranja

Kompostiranje je tehnološki proces gospodarenja otpadom koji se uz pomoć mikrobioloških aktivnosti u aerobnim uvjetima razgrađuje i stabilizira u kompost kao biološki razgradivu smjesu. Za razliku od kompostiranja koje se odvija pod utjecajem mikroorganizama i prolazi kroz termofilnu fazu (45 – 65 °C), proces vermikompostiranja se odvija uz sudjelovanje gujavica i mikroorganizama uz izostanak termofilne faze. Proces kompostiranja i vermikompostiranja smatraju se ekološki prihvatljivim načinima zbrinjavanja biološkog otpada s aspekta zaštite okoliša u odnosu na odlaganje na odlagališta.



Slika 3. Sirovina za kompostiranje – žetveni ostatci soje



Slika 4. Sirovina za kompostiranje – žetveni ostaci suncokreta



Slika 5. Sirovina za kompostiranje – drvena sječka



Slika 6. Sirovina za kompostiranje - piljevina



Slika 7. Sirovina za kompostiranje – slama



Slika 8. Sirovina za kompostiranje – vinogradarski trop



Slika 9. Kompost u termofilnoj fazi



Slika 10. Kompost nakon završne faze kompostiranja



Slika 11. Vermikompost nakon završne faze vermikompostiranja

Istraživanje procesa kompostiranja provedeno je u kompostnicima s pasivnim aeriranjem, tj. uz postavljanje perforiranih cijevi na dnu kompostnika (slika 12), ispod kompostne smjese. Na perforirane cijevi postavljen je sloj krupne drvene sječke ili sloj kamenog agregata (slika 13) koji su osiguravali nesmetani protok svježeg atmosferskog zraka do dna kompostne smjese.



Slika 12. Kompostnik s perforiranim cijevima za pasivno aeriranje



Slika 13. Kameni agregat na dnu kompostnika

Na sloj drvene sječke ili agregata postavljene su različite smjese komposta u sloju debljine 0,75-1 m u kompostnu kutiju dimenzija 2x2 m (kapacitet kutije 4 m³). Svaki kompostnik sastoji se od 10 kompostnih kutija kapaciteta 4 m³, kutije su postavljene u dva reda i mogu se međusobno spajati, što daje mogućnost različitih kapaciteta za istu smjesu (4-40 m³), ali istovremeno daje mogućnost istovremenog kompostiranja različitih smjesa ili istih smjesa uz postavljanje različitih uvjeta kompostiranja (slika 12. i slika 14).

Proces kompostiranja trajao je minimalno 90 dana, a trajanje termofilne faze ovisilo je o komponentama u smjesi te mineralnim ili mikrobiološkim dodacima.



Slika 14. Kompostnik s 5 kompostnih kutija u jednom redu

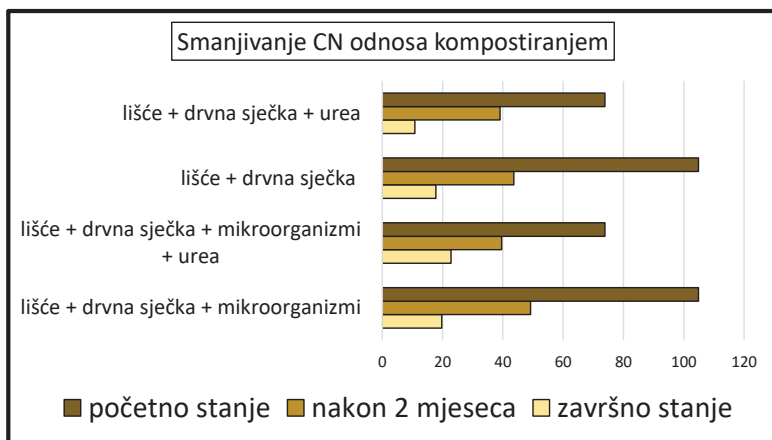
2.2. Osnovni rezultati provedenih pokusa kompostiranja

Svi rezultati pokusa kompostiranja, kao i ostalih istraživanja, detaljno su prikazani u publiciranim znanstvenim radovima i/ili priopćenjima na znanstvenim skupovima. Sažetci svih objavljenih radova i sudjelovanja na znanstvenim skupovima sastavni su dio ovog prikaza rezultata i sadrže potrebne informacije o dostupnosti cjelovitih radova.

U ovom su prikazu izdvojeni samo neki temeljni rezultati provedenih pokusa, te će i ovaj materijal biti znatno nadopunjen nakon objave svih rezultata istraživanja.

2.2.1. Smanjenje CN odnosa procesom kompostiranja

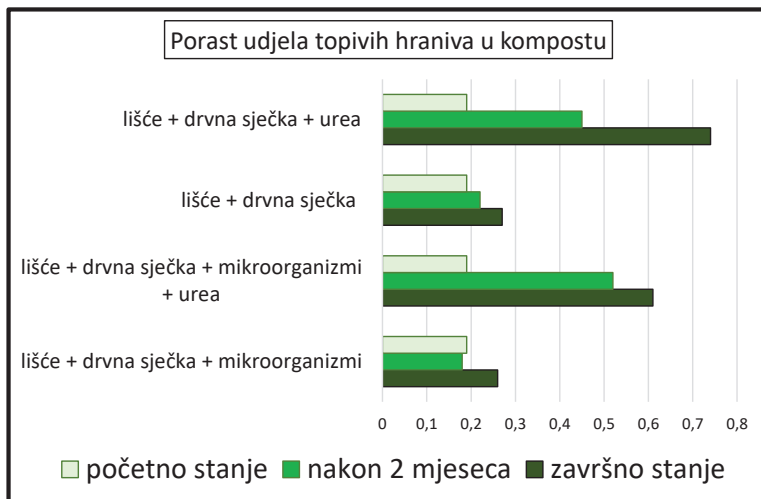
Proces kompostiranja rezultirao je značajnim smanjenjem CN odnosa (grafikon 1). Najniža vrijednost C/N odnosa utvrđena je u tretmanu koji sadrži lišće i drvenu sječku uz dodatak ureje.



Grafikon 1. Prikaz smanjenja CN odnosa tijekom kompostiranja

2.2.2. Porast udjela topivih oblika hraniva u kompostu

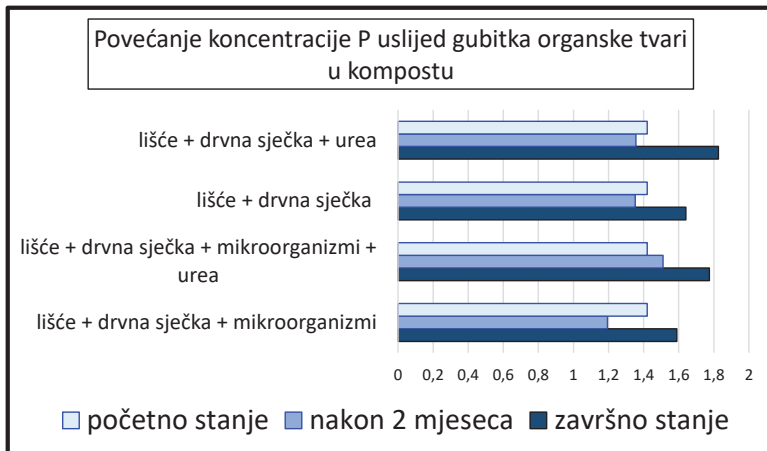
Kompostiranje je rezultiralo porastom udjela topivih oblika hraniva (grafikon 2). Porast udjela topivih hraniva ostvaren je u svim kompostima, bez obzira na sastav početne smjese. Prikazani rezultati jasno ukazuju da dodatak ureje smjesi za kompostiranje značajno povećava konačni udio topivih hraniva.



Grafikon 2. Prikaz porasta udjela topivih hraniva u kompostu tijekom tri mjeseca

2.2.3. Porast koncentracije fosfora uslijed gubitka organske tvari procesom kompostiranja

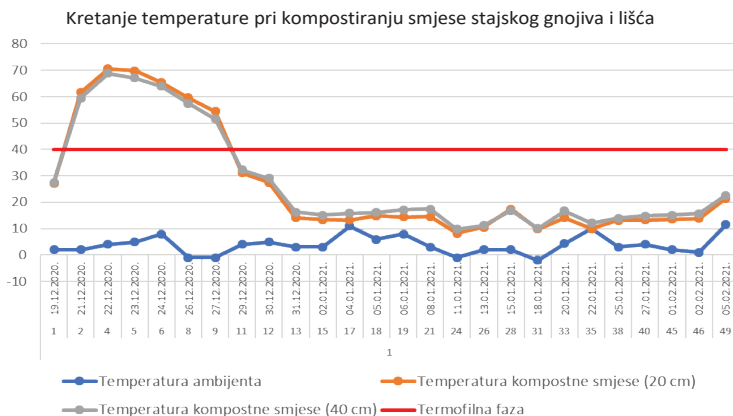
Kompostiranje različitih smjesa svježih i/ili biološki nestabilne organske tvari rezultira povećanjem koncentracije fosfora (grafikon 3). Međutim, razlog nije „nova“ količina fosfora, već smanjenje organske tvari kao posljedica mikrobiološke razgradnje, tj. izdvajanje određenih količina ugljika. S obzirom da je porast koncentracija fosfora posljedica sužavanja CP odnosa, ovaj podatak može biti indikator gubitka organske tvari tijekom kompostiranja.



Grafikon 3. Prikaz povećanja koncentracije fosfora uslijed gubitka organske tvari u kompostu

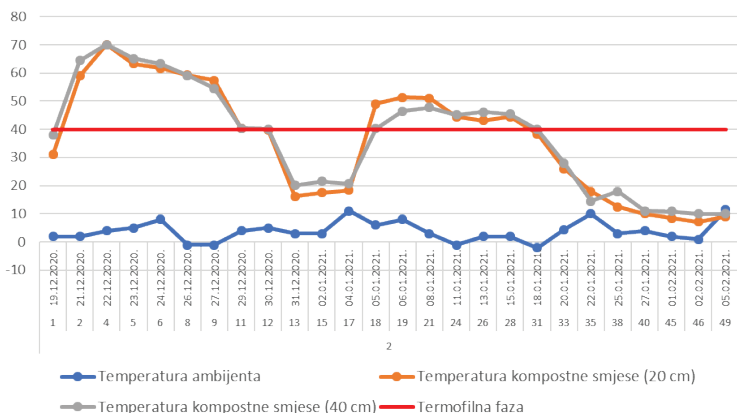
2.2.4. Utjecaj mikroorganizama i ureje na trajanje termofilne faze kompostiranja

Termofilna faza kompostiranja vrlo je značajna za neutralizaciju nekih negativnih svojstava kompostnih sirovina i smjesa (npr. klijavost sjemenki korova i prisustvo patogenih mikroorganizama).

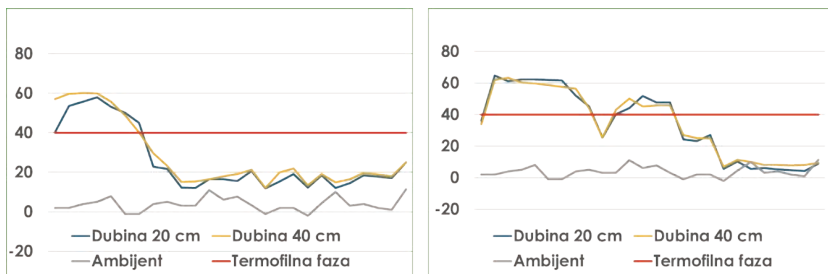


Na trajanje termofilne faze mogu značajno utjecati dodavanje mikrobioloških preparata (grafikon 4.a i 4.b) i dodavanje ureje (grafikon 5.)

Temperature pri kompostiranju smjese stajskog gnojiva i lišća uz dodatak mikroorganizama



Grafikon 4b. Termofilna faza pri kompostiranju smjese stajskog gnojiva i lišća uz dodatak mikroorganizama



Grafikon 5. Termofilna faza pri kompostiranju smjese lišća i drvene sječke bez (lijevo) i uz dodatak ureje (desno)

U nastavku su prikazani radovi koji su do sada objavljeni u sklopu projektnih aktivnosti.

3. Publicirani znanstveni radovi u okviru projektnih aktivnosti



Lista publiciranih znanstvenih radova u okviru projektnih aktivnosti:

1. Ečimović, S., Velki, M., Mikuška, A., Bažon, J., Kovačević, L.S., Kristek, S., Jović, J., Nemet, F., Perić, K. & Lončarić, Z. (2022)
How the Composition of Substrates for Seedling Production Affects Earthworm Behavior.
Agriculture 2022, 12, 2128. <https://doi.org/10.3390/agriculture12122128>.
2. Kovačić, Đ., Lončarić, Z., Jović, J., Samac, D., Popović, B. & Tišma, M. (2022)
Digestate Management and Processing Practices: A Review.
Applied Sciences-Basel, 12 (18), 9216, 35 doi:10.3390/app12189216.
3. Galić, L., Špoljarević, M., Auriga, A., Ravnjak, B., Vinković, T. & Lončarić, Z. (2021)
Combining selenium biofortification with vermicompost growing media in lamb's lettuce (*Valerianella locusta* L. Laterr).
Agriculture, 11, 1072, 11 doi:https://.org/10.3390/agriculture11111072.
4. Vuković, A., Velki, M., Ečimović, S., Vuković, R., Štolfa Čamagajevac, I. & Lončarić, Z. (2021)
Vermicomposting - facts, benefits and knowledge gaps.
Agronomy, 11 (10), 1952, 15 doi:10.3390/agronomy11101952.
5. Galić, L., Špoljarević, M., Jakovac, E., Ravnjak, B., Teklić, T., Lisjak, M., Perić, K., Nemet, F. & Lončarić, Z. (2021)
Selenium biofortification of soybean seeds influences physiological responses of seedlings to osmotic stress.
Plants, 10 (8), 1498, 12 doi:10.3390/plants10081498
6. Lončarić, R., Sudarić, T. & Jelić Milković, S. (2021)
Circular economy and agricultural waste management in Croatia.
U: Leko Šimić, M. & Crnković, B. (ur.) 10th international scientific symposium region, entrepreneurship, development - Red. Osijek, str. 787-803.
7. Nemet, F., Perić, K. & Lončarić, Z. (2021)
Microbiological activities in the composting process – A review.
Columella - Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 8 (2), 41-53
doi:10.18380/SZIE.COLUM.2021.8.2.41.

8. Lončarić, Z., Ravnjak, B., Nikolin, I., Perić, K., Zebec, V., Jović, J., Štolfa Čamagajevac, I., Vuković, A. & Lončarić, R. (2022)
The nutrient content in manure as a variable of profitability of organic fertilization.
U: Janjušević, J., Hopkinson, P. & Pandža Bajs, I. (ur.) Economic and Social Development, 88th International Scientific Conference on Economic and Social Development – "Roadmap to NetZero Economies and Businesses", Book of Proceedings. Dubai, Varazdin Development and Entrepreneurship Agency and Heriot-Watt University, str. 516-525.
9. Lončarić, R., Jelić Milković, S., Sudarić, T., Florijančić, T. & Lončarić, Z. (2022)
Model of agricultural waste management by the municipal service companies.
U: Janjušević, J., Hopkinson, P. & Pandža Bajs, I. (ur.) Economic and Social Development, 88th International Scientific Conference on Economic and Social Development – "Roadmap to NetZero Economies and Businesses". Dubai, Varazdin Development i Entrepreneurship Agency and Heriot-Watt University, str. 475-484.
10. Lončarić, R., Nikolin, I., Ravnjak, B., Nemet, F., Ivezić, V., Milković Jelić, S., Vuković, R., Rebekić, A. & Lončarić, Z. (2022)
Model for costs calculation in manure application.
U: Janjušević, J., Hopkinson, P. & Pandža Bajs, I. (ur.) Economic and Social Development, 88th International Scientific Conference on Economic and Social Development – "Roadmap to NetZero Economies and Businesses", Book of Proceedings. Dubai, Varazdin Development i Entrepreneurship Agency and Heriot-Watt University, str. 65-74.
11. Lončarić, R., Jelić Milković, S., Perić, K., Nemet, F. & Lončarić, Z. (2022)
Economy potential of crop biomass in Vukovar-Srijem County, Croatia.
U: Machrafi, M., Učkar, D. & Šušak, T. (ur.) 79th International Scientific Conference on Economic and Social Development : book of proceedings. Rabat, Varazdin Development and Entrepreneurship Agency ; University North, str. 138-144.
12. Jelić Milković, S., Lončarić, R., Sudarić, T., Deže, J. & Lončarić, Z. (2021)
Gospodarski potencijal poljoprivrednih ostataka na području Osječko-baranjske županije.
U: Rozman, V. & Antunović, Z. (ur.) 56. hrvatski i 16. međunarodni simpozij agronoma. Osijek, str. 90-95.
13. Galić, L., Vinković, T., Perić, K., Nemet, F., Kučera, I. & Lončarić, Z. (2021)
Efficiency of selenium agronomic biofortification: I. The influence of the method of application.
U: Rozman, V. & Antunović, Z. (ur.) Zbornik radova 56. hrvatski i 16. međunarodni simpozij agronoma. Osijek, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, str. 76-80.

14. Galić, L., Vinković, T., Nemet, F., Perić, K., Kučera, I. & Lončarić, Z. (2021)

Efficiency of selenium agronomic biofortification: II. The influence of the form of selenium.

U: Rozman, V. & Antunović, Z. (ur.) Zbornik radova 56. hrvatski i 16. međunarodni simpozij agronoma. Osijek, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, str. 81-84.

Article

How the Composition of Substrates for Seedling Production Affects Earthworm Behavior

Sandra Eđimović¹, Mirna Velki^{1*}, Alma Mikuška¹, Jelena Bažon¹, Lucija Sara Kovačić¹, Suzana Kristek², Jurica Jović², Franjo Nemet², Katarina Perić² and Zdenko Lončarić²

Utečaj supstrata za proizvodnju presadnica na ponašanje gujavica

Stalni porast intenziteta poljoprivredne proizvodnje istovremeno povećava rizik negativnih učinaka dugotrajne poljoprivredne prakse. Nusproizvodi poljoprivrede, šumarstva i proizvodnja hrane, kao i druge vrste organskog otpada, mogu se koristiti kao sirovine u proizvodnji organskih gnojiva i supstrata za uzgoj presadnica različitim postupcima biološke stabilizacije. Na taj način smanjuje se količina otpada što doprinosi očuvanje plodnosti tla i održivo korištenje resursa. Obrada otpada i stabilizacija organske tvari može se poboljšati korištenjem gujavica (vermikompostiranje). Cilj ovog istraživanja bilo je utvrditi kako različiti supstrati, sastavljeni od različitih komponenti i njihove smjese, utječu na gujavicu *Eisenia andrei*. Istraživan je učinak ispitivanih supstrata na preživljavanje i ponašanje gujavica. Osim toga, evaluiran je učinak ispitivanih smjesa za kompostiranje na aktivnost acetilkolinesteraze (AChE), karboksilesteraze (CES) i glutation S-transferaze (GST). Rezultati su pokazali da su najprikladniji supstrati smjesa lišća s konjskim stajskim gnojem te vinogradarski trop samostalno i u smjesi s kamenom vunom i piljevinom. Dobiveni su rezultati važna informacija o komponentama i smjesama koje imaju najveći potencijal u proizvodnja organskih gnojiva i supstrata za uzgoj presadnica.



Citation: Eđimović, S.; Velki, M.; Mikuška, A.; Bažon, J.; Kovačić, L.S.; Kristek, S.; Jović, J.; Nemet, F.; Perić, K.; Lončarić, Z. How the Composition of Substrates for Seedling Production Affects Earthworm Behavior. *Agriculture* **2022**, *12*, 2128. <https://doi.org/10.3390/agriculture12122128>

Academic Editor: Gederts Ievmish

Received: 31 October 2022

Accepted: 9 December 2022

Published: 11 December 2022

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2022 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

The need for agricultural production is constantly growing and, at the same time, increasing the risks related to the negative effects of long-term agricultural practices, such as the usage of mineral fertilizers and pesticides. Due to the possible accumulation of these agrochemicals and residues in ecosystems and food chains, these agricultural practices may cause adverse effects on the health of animals and humans. Therefore, it is necessary to find alternatives to the usage of agrochemicals with the aim to develop a sustainable plant production system without the usage of mineral fertilizers [1,2]. The first step in this process is to determine the potential material that can be used for such a purpose. One of the options is to use by-products of agriculture, forestry, and food production, as well as various types of organic waste, as raw materials for the production of fertilizers and substrates. On one hand, these by-products and waste represent a problem since they have to be removed, but on the other hand, they are a potential reservoir of organic matter that can be usefully exploited.

Organic waste has the potential for application in the production of substrates that can be used for seedling cultivation. Different types of biowaste can be used as components in substrates and, considering their characteristics, can be mixed in different ratios in order to obtain a product of specific features. For example, animal manure, aquaculture sludge, grape pomace, rock wool, sawdust, wood chips, leaves, vegetable market waste, rice straw,

Review

Digestate Management and Processing Practices: A Review

 Đurđica Kovačić ¹, Zdenko Lončarić ¹, Jurica Jović ¹, Danijela Samac ¹, Brigita Popović ¹ and Marina Tišma ^{2,*}
¹ Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, J. J. Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Croatia

² Faculty of Food Technology Osijek, J. J. Strossmayer University of Osijek, F. Kuhača 18, HR-31000 Osijek, Croatia

* Correspondence: marina.tisma@ptfos.hr

Upravljanje digestatom i praksa prerade: pregledni rad

Implementacija održivih agroenergetskih sustava koji integriraju usjeve, stoku i proizvodnju bioenergije privlači sve veći interes poljoprivrednika. Stočarstvo proizvodi velike količine životinjskog gnojiva koje može poslužiti kao organsko gnojivo za usjeve i rast pašnjaka. Međutim, hranjive tvari sadržane u gnojivu mogu nepovoljno utjecati na kvalitetu i položaj zraka, vode i tla što je opasnost za javno zdravlje ako se s njima ne postupa ispravno. Postojeće prakse gospodarenja gnojem uvelike se razlikuju na globalnoj razini. Istraživači nastoje identificirati odgovarajuće prakse gospodarenja gnojem s ciljem zaštite okoliša. Anaerobna digestija stajnjaka i naknadnog digestata (DG) predložene su tehnologije obrade za stabilizaciju stajnjaka kako bi se mogao sigurno koristiti za primjenu na zemljištu. DG, koji predstavlja digestirani supstrat uklonjen iz anaerobnog reaktora nakon uporabe bioplina, bogat je izvor N, P, K i S, raznih mikronutrijenata i organskih tvari čiji dodatak tlu može potaknuti metaboličke aktivnosti mikrobne biomase tla čime se poboljšava funkcija ekosustava tla. Međutim, optimalna svojstva gnojidbe DG mogu biti izgubljeni ako nije u potpunosti stabiliziran niti sadrži biorazgradive materijale. Da bi se prevladali ovi problemi, različite tehnologije obrade mogu se koristiti za pretvaranje DG u nusproizvode s dodanom vrijednošću. Kompostiranje je predloženo kao jedan od takvih poželjnih naknadnih tretmana koji mogu pretvoriti DG u zreo, stabilan, siguran, humusom i hranjivim tvarima bogat kompost. Ostale tehnologije obrade kao npr. termičko sušenje, rasplinjavanje, hidrotermalna karbonizacija, piroliza, membranska filtracija, struvit taloženje, uklanjanje amonijaka i isparavanje također su predloženi za DG obradu i oporavak hranjivih tvari iz DG. Cilj ovog preglednog rada bio je dati pregled trenutno stanje u propisima i praksama upravljanja Glavnom upravom i pružiti ažurirane informacije o različitim procesi koji su razvijeni kako bi se zadovoljili zahtjevi DG stabilizacije, s naglaskom na kompostiranje kao jedno od preferiranih rješenja.



Citation: Kovačić, Đ.; Lončarić, Z.; Jović, J.; Samac, D.; Popović, B.; Tišma, M. Digestate Management and Processing Practices: A Review. *Appl. Sci.* **2022**, *12*, 9216. doi.org/10.3390/app12189216

Academic Editor: María José Martínez-Fernández

Received: 19 February 2022

Accepted: 31 March 2022

Published: 14 April 2022

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2022 by the author(s). This article is distributed under the conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



www.columella.hu



Microbiological activities in the composting process – A review

Franjo NEMET – Katarina PERIĆ – Zdenko LONČARIĆ

Department of Agroecology and Environment Protection, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Croatia, e-mail: franjo.nemet@fazos.hr

Abstract: Composting is a technological process of waste management that is, with the help of microbiological activities in aerobic conditions, organic material is decomposed and stabilized into a biodegradable mixture and transformed into compost. This process of decomposition of organic matter has recently attracted a lot of attention due to its environmentally friendly methods in which additional environmental pollution is avoided.

The composting process is a complex biological process that involves the decomposition of organic matter into a stable, humified material. The process is influenced by various factors such as temperature, substrate particle size, pH, oxygen content, and moisture. Microorganisms play a crucial role in the composting process, breaking down complex organic molecules into simpler compounds. The process is divided into several stages, including the mesophilic phase, the thermophilic phase, and the maturation phase. The final product is a nutrient-rich compost that can be used as a soil amendment.

Keywords:
Received

Intro

The composting process is a natural biological process that has been used for centuries to recycle organic waste. In recent years, there has been a growing interest in composting as a sustainable and environmentally friendly way to dispose of organic waste. Composting not only reduces the amount of waste sent to landfills but also produces a valuable soil amendment. The process involves the decomposition of organic matter by microorganisms, which break down complex molecules into simpler compounds. The final product is a nutrient-rich compost that can be used to improve soil fertility and structure. Today, there are many alternative ways to dispose of organic waste, and one of the most ecologically sound is composting.

DOI: 10.18380/SZIE.COLUM.2021.8.2.41

| 41



Article

Combining Selenium Biofortification with Vermicompost Growing Media in Lamb's Lettuce (*Valerianella locusta* L. Laterr)

Lucija Galić ^{1,*}, Marija Špoljarević ¹, Alicja Auriga ², Boris Ravnjak ³, Tomislav Vinković ³ and Zdenko Lončarić ¹

- 1 Department of Agroecology and Environment Protection, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Croatia; marija.spoljarevic@fazos.hr (M.Š.); zdenko.loncaric@fazos.hr (Z.L.)
 - 2 Department of Animal Anatomy and Zoology, Faculty of Biotechnology and Animal Husbandry, West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Janickiego 33, 71-270 Szczecin, Poland; alicja.auriga@o2.pl
 - 3 Department of Plant Production and Biotechnology, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Croatia; boris.ravnjak@fazos.hr (B.R.); tomislav.vinkovic@fazos.hr (T.V.)
- * Correspondence: lucija.galic@fazos.hr

Kombiniranje biofortifikacije selenom s vermikompostom kao medijem za uzgoj u janjećoj salati (*Valerianella locusta* L. Laterr)

Lisnato povrće je svakodnevni dio ljudske prehrane diljem svijeta. U isto vrijeme, svjetski problem pothranjenosti selenom prisutan je u ljudskoj populaciji, uglavnom zbog niskog sadržaja selen (Se) u tlu. Kako biljke predstavljaju glavni izvor ovog elementa u ljudskoj prehrani, pri čemu je Se esencijalni element u tragovima za ljude i životinje, biljna hrana koja sadrži Se može se koristiti kao učinkovito sredstvo za povećanje Se u ljudskoj prehrani, kao i u stočnoj prehrani (biofortifikacija). U isto vrijeme, proizvodnja medija za uzgoj oslanja se na ograničene rezerve treseta. Upotrebom glista olakšava se proizvodnja kompostirane organske mase koja se uglavnom sastoji od organskog otpada, a naziva se vermikompost. Cilj ovog istraživanja bio je istražiti utjecaj tri različita medija za uzgoj (komercijalni tresetni medij, vermikompost i mješavina 1:1) na učinkovitost biofortifikacije Selenom i prinos u janjećoj salati. Biofortifikacija Se provedena je natrijevom selenatom (Na₂SeO₄). Pokazalo se da je biofortifikacija povećala sadržaj Se tako da je masa od samo 48,9 g svježeg lišća sadržavala dovoljno Se za preporučeni dnevni unos u ljudskoj prehrani (55 μg Se/dan), što predstavlja značajan potencijal za rješavanje pothranjenosti Se. Nadalje, uporaba mješavine vermikomposta i komercijalnog supstrata u omjeru 1:1 pokazala je sličnu učinkovitost kao i tresetni medij za uzgoj, pridonoseći očuvanju rezervi treseta.



Citation: Auriga, M.; Špoljarević, M.; Lončarić, Z.; Vinković, T.; Ravnjak, B.; Galić, L. Biofortification of Lamb's Lettuce (*Valerianella locusta* L. Laterr) Using Vermicompost and Selenium. *Agriculture* **2021**, *11*, 1072. <https://doi.org/10.3390/agriculture11111072>

Academic Editor: Remona M. Williams

Received: 15 October 2021
Accepted: 2 November 2021
Published: 3 November 2021

Published with the journal's open access policy



Copyright: © 2021 by the author(s). This article is distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Review

Vermikomposting—Facts, Benefits and Knowledge Gaps

Ana Vuković ¹, Mirna Velki ^{1,*}, Sandra Ećimović ¹, Rosemary Vuković ¹, Ivna Štolfa Čamagajevac ¹ and Zdenko Lončarić ²

¹ Department of Biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Cara Hadrijana 8/A, 31000 Osijek, Croatia; avukovic@biologija.unios.hr (A.V.); sandra@biologija.unios.hr (S.E.); rosemary@biologija.unios.hr (R.V.); istolfa@biologija.unios.hr (I.S.C.)

² Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Croatia; zdenko.loncaric@fazos.hr

* Correspondence: mirna.velki@gmail.com or mvelki@biologija.unios.hr

Vermikompostiranje—Činjenice, prednosti i znanstveni propusti

Industrijalizacija i urbanizacija doveli su do povećanog nakupljanja otpadnih materijala koji se postupkom vermikompostiranja pretvaraju u hranjivo bogat i visokokvalitetan proizvod koji se naziva vermikompost. Vermikompostiranje je ekološki prihvatljiv i ekonomski povoljan biotehnoški proces koji uključuje interakciju glista i mikroorganizama. Zbog važnosti ovog procesa i njegovog velikog potencijala u suočavanju s posljedicama nakupljanja otpada, ovaj pregled ima za cilj pružiti ključne uvide, kao i istaknuti nedostatke u znanju. Ističe se veliki izazov u razumijevanju i razjašnjavanju mehanizama uključenih u proces vermikompostiranja. Optimizacija čimbenika koji utječu na moguću primjenu vermikomposta ključna je za dobivanje konačnog proizvoda. Informacije o sastavu bakterijskih zajednica, količini vermikomposta, utjecaju na sadržaj teških metala, biljnim patogenima, bolestima i odabiru organskog otpada ovdje su prepoznate kao trenutno najvažnija pitanja kojima se treba pozabaviti. Odgovarajući na ove praznine u znanju, moguće je omogućiti širu upotrebu proizvoda od vermikomposta.



Citation: Ećimović, S.; Čamagajevac, I.; Vuković, R.; Velki, M.; Štolfa, I.; Lončarić, Z. *agronomy* **11**, 1952 (2021).

Academic Editor: Raul M. Angelo

Received: 20 September 2021
Accepted: 20 September 2021
Published: 20 September 2021

Publication Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Article

Selenium Biofortification of Soybean Seeds Influences Physiological Responses of Seedlings to Osmotic Stress

Lucija Galić ^{1,*}, Marija Špoljarević ¹, Elizabeta Jakovac ¹, Boris Ravnjak ², Tihana Teklić ¹, Miroslav Lisjak ¹, Katarina Perić ¹, Franjo Nemet ¹ and Zdenko Lončarić ¹

¹ Department of Agroecology and Environment Protection, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Croatia; marija.spoljarevic@fazos.hr (M.S.); elizabeta.jakovac@fazos.hr (E.J.); tteklic@fazos.hr (T.T.); miroslav.lisjak@fazos.hr (M.L.); katarina.peric@fazos.hr (K.P.); franjo.nemet@fazos.hr (F.N.); zloncari@fazos.hr (Z.L.)

Biofortifikacija sjemena soje selenom utječe na fiziološke reakcije klijanaca na osmotski stres

Klimatske promjene predstavljaju ozbiljnu prijetnju poljoprivrednoj proizvodnji. Deficit vode u poljoprivrednim tlima jedna je od posljedica klimatskih promjena koja negativno utječe na rast usjeva i prinos. Poznato je da je selen (Se) uključen u obranu biljaka od biotičkog i abiotičkog stresa kroz metaboličku, strukturnu i fiziološku aktivnost u višim biljkama. Cilj ovog rada bio je ispitati fiziološki odgovor klijanaca soje (*Glycine max* (L.) Merrill) obogaćenih selenom pod osmotskim stresom. Za ovo istraživanje korišteno je biofortificirano zrno soje dobiveno folijarnom Se biofortifikacijom 2020. godine. Pokus je proveden u uzgojnoj komori s dvije sorte (Lucija i Sonja) uzgojene na filter papiru u tri ponavljanja. Eksperiment je proveden s dva tretmana zalijevanja: destiliranom vodom (PEG-0) i 2,5% polietilen glikola 6000 (PEG-2.5) na bioobogaćenom sjemenu (Se) i neobogaćenom sjemenu (wSe). U presadnicama starim 7 dana analizirani su sadržaj produkta lipidne peroksidacije (LP), slobodnog prolina (PRO), ukupnog fenola (TP), reducirajuće antioksidativne snage (FRAP) i askorbinske kiseline (AA). Utvrđene su značajne razlike u sadržaju Se u zrnu soje između dvije sorte. Uočena je blaža reakcija na PEG-2.5 kod kultivara Lucija i kod tretmana Se i kod wSe, što bi moglo predstavljati ublažavajuće učinke Se na osmotski stres kod ove sorte. Nasuprot tome, kod sorte Sonja, Se je negativno utjecao na sva analizirana svojstva u tretmanu PEG-2.5. U konačnici, Se je kod Sonje prooksidans, dok kod Lucije predstavlja antioksidans. Zaključno, različite sorte soje pokazuju suprotne fiziološke reakcije i na osmotski stres i na Se. No, aktivacija antioksidativnih putova u Sonji može se protumačiti i kao dodana vrijednost u sadnicama soje kao funkcionalnoj hrani.



Citation: Jakovac, E.; Lisjak, M.; Lončarić, Z.; Špoljarević, M.; Teklić, T.; Ravnjak, B.; Nemet, F.; Perić, K.; Galić, L. Biofortification of Soybean Seeds to Osmotic Stress. *Plants* **2021**, *10*, 1498. <https://doi.org/10.3390/plants10081498>

Academic Editor: Michael Anelka

Received: 15 October 2020
Accepted: 2 November 2020
Published: 17 November 2020

Published with the journal's open access policy.



Copyright: © 2020 by the author(s). This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

MODEL FOR COSTS CALCULATION IN MANURE APPLICATION**Ruzica Lončarić****Facto Model za izračun troškova primjene stajskog gnojiva**

ruzica.loncaric@facto.hr

Klimatske promjene imaju značajan utjecaj na najvažnije aspekte poljoprivredne proizvodnje: plodnost ekosustava, prinos, troškove proizvodnje i prihode. Elastičnost agroekosustava, kao sposobnost neutralizacije stresnih uvjeta, značajno utječe na sadržaj organske tvari u tlu, koji bi se mogao povećati gnojidbom stajskim gnojem. Niža cijena stajskog gnojiva od mineralnih gnojiva dodatni je razlog za njihovu primjenu. Međutim, zbog relativno niskog ukupnog sadržaja hraniva (npr. 1-5 %) u usporedbi s mineralnim gnojivima (npr. 21-64 %), treba primijeniti velike količine stajskog gnoja (u prosjeku oko 35 t/ha, ali može varirati 10-50 t/ha). Posljedica su povećani troškovi transporta i primjene, osobito ako su proizvodni prostori udaljeni od mjesta skladištenja stajskog gnojiva. Cilj ovog rada je izraditi model za izračun troškova primjene stajskog gnojiva koji kao početne varijable koristi: sadržaj hraniva u stajskom gnojivu, potrebe za gnojidbom (ovisi o plodnosti tla i zahtjevima usjeva), cijenu mineralnih gnojiva i stajskog gnojiva, udaljenost i veličina proizvodnog prostora, potreba za najamnim prijevozom stajskog gnojiva do proizvodnog prostora, te kapacitet, brzina i radna sposobnost rasipača gnojiva. Utvrđeno je da je gnojivo do određene udaljenosti isplativije transportirati rasipačem bez dodatnog unajmljivanja prijevoza, ali to ne ovisi samo o cijeni unajmljenog prijevoza (npr. 1,5 EUR/t) već i o kapacitetu rasipača. Primjerice, s kapacitetom rasipača od 14 t isplativije je unajmiti prijevoz na udaljenosti većoj od 4,21 km do parcele, a s kapacitetom rasipača od 10 t isplativije je unajmiti prijevoz na udaljenosti od više od 3 km. Također, udio troškova gnojidbe u ukupnim troškovima organo-mineralne gnojidbe značajno ovisi o ukupnim potrebama gnojidbe i potrebi unajmljenog prijevoza (odnosno udaljenosti parcele). U ukupnim troškovima organo-mineralne gnojidbe (od 347 EUR/ha na plodnim tlima do 1.026 EUR/ha na siromašnim tlima), troškovi gnojidbe stajskim gnojem su od 160 do 668 EUR/ha. Udio gnojidbe u troškovima gnojidbe na parcelama udaljenim 100 m kreće se od 5,04 do 8,38 %, a na parcelama udaljenim 5 km (bez unajmljenog prijevoza) od 14,7 do 23,7 %. Angažiranjem prijevoza za parcele udaljene više od 3 ili 4,21 km smanjuju se ukupni troškovi gnojidbe stajskim gnojem, ali se i povećava udio primjene (troškovi unajmljenog prijevoza i rasipača) u ukupnim troškovima. Modelom je utvrđeno da povećanjem udaljenosti parcele udio troškova gnojidbe u strukturi troškova organske gnojidbe raste s 5,04% (loša tla, udaljenost 100 m) na 23,80% (plodna tla, udaljenost 10 km).

... of fertilizers is an additional reason for their use. However, because of relatively low total content of nutrients (e.g. 1-5 %) compared to mineral fertilizers (e.g. 21-64 %), the large amounts of manure (on average around 35 t/ha, but can vary 10-50 t/ha) should be applied. The consequence are increased costs of transport and application, especially if production areas are far from the place of manure storage. The goal of this paper is to create a model for calculating the costs of manure application, which uses as initial

Efficiency of selenium agronomic biofortification: II. The influence of the form of selenium

Lucija Galić¹, Tomislav Vinković¹, Franjo Nemet¹, Katarina Perić¹, Ivona Kučera², Zdenko Lončarić¹

¹Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, University of Josipa Jurja Strossmayera in Osijek, Vladimira Preloga 1, Osijek, Croatia (lprebeg@fz-os.hr)

²Centre for Applied Life Sciences Healthy Food Chain Ltd, Vladimira Preloga 1, Osijek, Croatia

Abstract

Selenium is a metalloid and exist in different oxidation stages: selenate (Se^{6+}), selenite (Se^{4+}), selenide (Se^{2-}) and elemental selenium (Se^0). Se is essential for humans, but beneficial to plants. Because of low Se content in soil, the most food of plant origin is also poor in Se and therefore human diet does not provide enough selenium. Se is similar to sulfur (S) and uses its path to enter the plant. Se is found in organic and inorganic form. The main organic forms are selenomethionine (SeMet) and selenocysteine (SeCys). Selenate and selenite are the most commonly used forms of Se for fertilization. Selenate is more effective to increase total Se content in plants compared to selenite.

Key words: selenium, biofortification, selenate, selenite

Intro

Učinkovitost agronomske biofortifikacije selenom: II. Utjecaj oblika selena

Selen je metaloid i postoji u različitim stupnjevima oksidacije: selenat (Se^{6+}), selenit (Se^{4+}), selenid (Se^{2-}) i elementarni selen (Se^0). Se je esencijalna za ljude, ali je koristan za biljke. Zbog niskog sadržaja selena u tlu, većina hrane biljnog podrijetla također je siromašna selenom pa ljudska prehrana ne osigurava dovoljno selena. Se je sličan sumporu (S) i koristi svoj put za ulazak u biljku. Se nalazi u organskom i anorganskom obliku. Glavni organski oblici su selenometionin (SeMet) i selenocistein (SeCys). Selenat i selenit su najčešće korišteni oblici Se za gnojidbu. Selenat je učinkovitiji za povećanje ukupnog sadržaja Se u biljkama u usporedbi s selenitom.

Selenium in environment

The largest reservation of selenium on Earth are sulfide ores, pyrite, and high-sulfur coals. Geologic and anthropogenic sources release selenium as SeO_4^{2-} into the environment (Nancharrah and Lens, 2015). Northern European countries are among the low-Se regions, particularly the Scandinavian countries. Regionally, shales are the primary sources of high Se soils in China, parts of California, Colorado, South Dakota and Wyoming (Bañuelos et al., 2015). Se occurs in organic and inorganic forms. The main organic forms are selenomethionine (SeMet) and selenocysteine (SeCys). Figure 1 shows organic forms of Se: SeMet and SeCys. The inorganic forms are selenite (SeO_3^{2-}), selenide (Se^{2-}), selenate (SeO_4^{2-}) and the Se element (Se^0) (Mehdi et al., 2013). The predominant form of Se extracted with enzymatic hydrolysis

Efficiency of selenium agronomic biofortification: I. The influence of the method of application

Lucija Galić¹, Tomislav Vinković¹, Katarina Perić¹, Franjo Nemet¹, Ivona Kučera², Zdenko Lončarić¹

¹Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, University of Josipa Jurja Strossmayera in Osijek, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska (lprebeg@fazos.hr)

²Centre for Applied Life Sciences Healthy Food Chain Ltd, Vladimira Preloga 1, Osijek, Croatia

Abstract

Selenium (Se) is an essential element for animals and humans while it is beneficial to plants. Low intake of Se in human diet has negative consequences for health. Plants are among the main sources of Se for humans so it is possible to increase the Se intake in human diet by biofortification. Biofortification can be carried out in two ways: by fertilization (agronomic

biofortification) and by foliar application (foliar biofortification). Foliar application of Se is generally more efficient (as much as a 60-fold increase in Se content comparing to control) and is more accurate.

Key words: Selenium (Se), agronomic biofortification, foliar biofortification, efficiency, accuracy.

Key

Intro

Selen (Se) je esencijalan element za životinje i ljude, dok je koristan za biljke. Nizak unos Se u ljudskoj prehrani ima negativne posljedice na zdravlje. Biljke su među glavnim izvorima Se za ljude pa je moguće povećati unos Se u ljudskoj prehrani biofortifikacijom. Biofortifikacija se može provoditi na dva načina: gnojidbom (agronomska biofortifikacija) i poboljšanjem usjeva (genetska biofortifikacija). Postoje različite vrste agronomskih biofortifikacija za povećanje sadržaja Se u biljkama. Najčešća je folijarna i primjena Se u tlu. Iz proučene literature može se zaključiti da je folijarna primjena Se uglavnom učinkovitija (čak 60 puta povećanje sadržaja Se u odnosu na kontrolu) i sukladno tome ekonomski opravdana mjera povećanja sadržaja Se u biljkama od primjene u tlu (33 puta povećanje Se sadržaj u usporedbi s kontrolom). Folijarna primjena Se je učinkovita u povećanju Se sadržaja u mnogim usjevima, uključujući ječmu (Pezzarossa et al., 2012), pšenicu (Manojlović et al., 2019), kukuruz (Džomba et al., 2018), alfalfu (Petković et al., 2019). Manojlović et al. (2019) provede eksperiment na pšenici i zaključio je da je folijarna primjena Se učinkovitija od tla.

Selenium in the natural environment

Se is found in all natural environments, including rocks, soils, water bodies, and the atmosphere. Se is released from Se-rich sources such as phosphatic rocks, organic-rich black shales, and coals through complex biogeochemical cycling process (Nancharaiyah and Lens, 2015). Se intake and status is suboptimal in European and Middle Eastern countries, with less consistency in the Middle East (Stoffaneller and Morse, 2015). Studies have shown that in Balkan region soils are deficient in Se (Manojlović et al., 2019, Manojlović and Lončarić, 2017). Se mobility in soil is related to pH, soil redox potential and organic matter content.

ECONOMY POTENTIAL OF CROP BIOMASS IN VUKOVAR-SRIJEM COUNTY, CROATIA

Ruzica Lončarić

Gospodarski potencijal biomase usjeva u Vukovarsko-srijemskoj županiji,
Hrvatska

Ključne industrije u Hrvatskoj uključuju poljoprivredu, preradu hrane, akvakulturu i šumarstvo. Bruto dodana vrijednost (BDV) primarnog sektora (uključujući šumarstvo) iznosi 3,9 % ukupnog BDV-a Hrvatske u 2017., u usporedbi s EU-28 gdje je ovaj sektor činio 1,6 % BDV-a. U ukupnoj vrijednosti poljoprivredne proizvodnje Republike Hrvatske u 2020. godini najznačajnija je biljna proizvodnja (61, 5), dok udio stočarske proizvodnje u ukupnoj poljoprivrednoj proizvodnji iznosi 38,5 %. Cilj rada bio je utvrditi ekonomičnost biomase i tehnički potencijal najvažnijih žitarica (pšenica, ječam, kukuruz), industrijskih usjeva (suncokret, šećerna repa, uljana repica, soja), vinograda i voća (jabuka) na području Vukovarsko-srijemske županije. Pregledna literatura i raspoloživi statistički podaci temelj su za provođenje istraživanja s ciljem utvrđivanja odgovarajućih metoda za izračun mogućnosti iskorištenja žetvenih ostataka najvažnijih ratarskih kultura u VS županiji. Na temelju dostupnih podataka izračunat je tehnički potencijal žitarica u 2020. godini koji je iznosio 276.662,89 t, industrijskog bilja 157.896,19 t, vinograda 157.896,19 i voća (jabuke) 5.531,02 t. Rezultati istraživanja pokazuju da su u Vukovarsko-srijemskoj županiji dostupne velike količine biomase kao sirovine za daljnju preradu u organska gnojiva, supstrate, kompost, proizvode za farmaceutsku, kozmetičku, prehrambenu industriju i industriju stočne hrane.

ABSTRACT

The key industries in Croatia include agriculture, food processing, aquaculture and forestry. The gross value added (GVA) of the primary sector (including forestry) amounts 3.9 % of Croatia's total GVA in 2017, compared to EU-28 where this sector accounted for 1.6 % of GVA. In the total value of agricultural production of the Republic of Croatia in 2020, the most important is plant production (61.5), while livestock production share in total agricultural production amounts 38.5 %. The aim of paper was to determine biomass economy and technical potential of the most important cereals (wheat, barley, maize), industrial crops (sunflower, sugar beet, rapeseed, soy bean), vineyards and fruit (apple) at the Vukovar-Srijem County. Review literature and available statistical data presents the basis for research conduction aimed to determine proper methods to calculate potential for harvest residues utilization of the most important field crops in the VS county. Based on the available data, the technical potential of cereals in 2020 was calculated, which amounted 276.662,89 t, industrial crops 157.896,19 t, vineyards 157.896,19 and fruits (apples) 5.531,02 t. The research results show that large quantities of biomass are available in Vukovar-Srijem County as a raw material for further processing into organic fertilizers, substrates, compost, products for pharmaceutical, cosmetic, food and animal feed industry.

Keywords: biomass, field crops, technical potential, Vukovar-Srijem County

1. INTRODUCTION

European Union annually is producing 1.3 billion tonnes of waste, and more than 50 % - 700 million tonnes of that presents agricultural waste (Pawwelczyk et al., 2005). Considering the

*A scientific paper***Ružica Lončarić Ph.D., Full Professor**

Faculty of Agrobiotechnical Sciences/Department for Bioeconomy and Rural Development

E-mail address: rloncaric@fazos.hr

Tihana Sudarić Ph.D., Associated Professor

Faculty of Agrobiotechnical Sciences/Department for Bioeconomy and Rural Development

E-mail address: tsudacic@fazos.hr

Sanja Jelić Milković M.Eng.Sc.Agriculture, Assistant

Faculty of Agrobiotechnical Sciences/Department for Bioeconomy and Rural Development

E-mail address: sajelic@fazos.hr

CIRCULAR ECONOMY AND AGRICULTURAL WASTE MANAGEMENT IN CROATIA

Cirkularna ekonomija i gospodarenje poljoprivrednim otpadom u Hrvatskoj

Cirkularna ekonomija (CE) nastoji biti održiva kopiranjem prirode gdje se sve vraća u ciklus. Razlog tome leži u činjenici da svjetska ljudska populacija raste geometrijskom progresijom kao i odlaganje otpada. Nadalje, primjena ekonomije na linearan način kao i do sada utječe na degradaciju okoliša. U Europskoj uniji više od polovice ukupnog otpada odnosi se na poljoprivredni otpad (1,3 odnosno 0,7 milijardi tona). Za razliku od ostalih zemalja Europske unije, koja se smatra ekološki najosviještenijom regijom na svijetu, Hrvatska je tek na početku puta prema tranziciji kružnog gospodarstva. Kružno gospodarstvo ne teži pukom zbrinjavanju otpada, već ide i korak dalje u smjeru gospodarenja otpadom te ponovne proizvodnje i recikliranja otpada u nove korisne proizvode. Poljoprivredni otpad između ostalog su i žetveni ostaci, izlučevine domaćih životinja te ostaci iz voćarske i vinarske industrije. Ti nusproizvodi mogu biti sirovina za nove reciklirane proizvode (organska gnojiva, kompost, proizvodi prehrambene i farmaceutske industrije, električna energija i dr.) koji imaju svoju tržišnu vrijednost i mogu predstavljati dodatni prihod poljoprivrednicima. Cilj ovog rada je dati detaljan pregled literature o CE-u i stanju gospodarenja poljoprivrednim otpadom u Hrvatskoj. Na temelju ove analize predstaviti ćemo informacije o regulatornom okviru CE-a u EU i Hrvatskoj kao i poziciju Hrvatske u pogledu usvajanja poticaja EUCE-a. Poseban dio baviti će se problematikom gospodarenja otpadom u poljoprivredi, s obzirom na hrvatsku situaciju i praksu. Na temelju ovih rezultata doprinijet ćemo saznanjima o CE-u i gospodarenju otpadom te ponuditi preporuke za bolje rješenje problema gospodarenja otpadom u Hrvatskoj.

Keywords: *Circular economy, Agriculture, Croatia, Waste management.*

1. Introduction

Economist Kenneth Boulding introduced the Circular economy (CE) concept first in 1966 in his essay 'The Economics of Coming Spaceship Earth' (Boulding, 1966). This concept is

Gospodarski potencijal poljoprivrednih ostataka na području Osječko-baranjske županije

Sanja Jelić Milković¹, Ružica Lončarić¹, Tihana Sudarić¹, Jadranka Deže¹, Zdenko Lončarić¹

¹Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska (sanja.jelic@fzcos.hr)

Sažetak

Gospodarski potencijal poljoprivrednih ostataka na području Osječko-baranjske županije

Cilj rada je utvrditi gospodarski potencijal poljoprivrednih ostataka najvažnijih žitarica (pšenica, ječam i kukuruz) i uljarica (suncokret i uljana repica) na području Osječko-baranjske županije te utvrditi njihov tehnički potencijal iskorištenja. Cilj rada je utvrditi gospodarski potencijal poljoprivrednih ostataka najvažnijih žitarica (pšenica, ječam i kukuruz) i uljarica (suncokret i uljana repica) na području Osječko-baranjske županije te utvrditi njihov tehnički potencijal iskorištenja. Istraživanje je provedeno na temelju dostupnih statističkih podataka za 2019. godinu i pregleda literature kako bi se utvrdile prikladne metode izračuna potencijala iskorištenja žetvenih ostataka najvažnijih ratarskih kultura u Županiji. Na temelju dostupnih podataka izračunat je tehnički potencijal žitarica u 2019. godini koji je iznosio 445.030, 11 t, a uljarica 73.482, 15 t. Rezultati istraživanja pokazuju da su u Osječko-baranjskoj županiji dostupne velike količine biomase za daljnju preradu koje nažalost nisu još uvijek dovoljno iskorištene.

Zemlje Europske unije godišnje proizvedu 1,3 milijarde tona otpada od čega 700 milijuna tona čini poljoprivredni otpad (Toop i sur., 2017.). Većina otpada iz poljoprivredne djelatnosti i industrije se spaljuje ili se ne zbrinjava na odgovarajući način i upravo nepravilno zbrinjavanje otpada iz poljoprivredne djelatnosti predstavlja ekološki i klimatski problem koji ima štetan utjecaj na zdravlje ljudi i životinja (Sadri i sur., 2018.). Korištenjem poljoprivrednog otpada kao sirovine mogu se smanjiti troškovi proizvodnje, opterećenje i zagađenje okoliša jer su poljoprivredni ostaci bogati bioaktivnim spojevima te se mogu koristiti kao alternativni izvor za proizvodnju različitih proizvoda kao što su: bioplin, biogorivo, gnojivo, supstrat za uzgoj gljiva, malč, za proizvodnju tempcha te kao sirovina u raznim industrijama (Sadri i sur., 2018.). Poljoprivredni ostaci odnose se na dio biljnog materijala koji ostaje nakon žetve poput slame, stabljike i lišća. Ostatke možemo podijeliti na primarne i na sekundarne poljoprivredne ostatke (Golubić i sur., 2018.). Primarni poljoprivredni ostaci ostaju na tlu nakon žetve ili rezidbe i sakupljanja plodova (voćnjaci i vinogradi), a sekundarni ostaci nastaju preradom te se u njih ubrajaju melasa, pulpa, kora, korijen, ljuske itd. I primarni i sekundarni poljoprivredni ostaci koriste se kao hrana ili podloga u stočarstvu, vraćaju u tlo radi poboljšanja svojstava tla ili u daljnjoj preradi za proizvodnju energije (Baruya, 2015.; Golubić i sur., 2018.). Za većinu usjeva primarni ostaci proizvode se u količinama približno jednakim težini stvarne proizvodnje usjeva, a količina sekundarnih ostataka varira ovisno o usjevima i metodama prerade (Baruya, 2015.). Cilj rada je utvrditi gospodarski potencijal poljoprivrednih ostataka najvažnijih žitarica i uljarica na području Osječko-baranjske županije te utvrditi njihov godišnji potencijal iskorištenja.

