Priprava tekućeg organskog gnojiva fermentacijom koprive (Urtica dioica L.) i kamilice (Chamomilla recutita L. Rauschert)

Jukić, Zvonimir

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of Chemistry and Technology / Sveučilište u Splitu, Kemijsko-tehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:167:233064

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of chemistry and technology - University of Split

zir.nsk.hr

UNIVERSITY OF SPLIT

dabar

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U SPLITU

KEMIJSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

PRIPRAVA TEKUĆEG ORGANSKOG GNOJIVA FERMENTACIJOM KOPRIVE (*URTICA DIOICA* L.) I KAMILICE (*CHAMOMILLA RECUTITA* L. RAUSCHERT)

ZAVRŠNI RAD

ZVONIMIR JUKIĆ

Matični broj: 770

Split, rujan 2018.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
KEMIJSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET
SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ KEMIJSKE TEHNOLOGIJE
KEMIJSKO INŽENJERSTVO

PRIPRAVA TEKUĆEG ORGANSKOG GNOJIVA FERMENTACIJOM KOPRIVE (*URTICA DIOICA* L.) I KAMILICE (*CHAMOMILLA RECUTITA* L. RAUSCHERT)

ZAVRŠNI RAD

ZVONIMIR JUKIĆ

Matični broj: 770

Split, rujan 2018.

UNIVERSITY OF SPLIT
FACULTY OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY
UNDERGRADUATE STUDY OF CHEMICAL TECHNOLOGY
CHEMICAL ENGINEERING

OBTAINING LIQUID ORGANIC FERTILIZER BY FERMENTATION OF NETTLE (*URTICA DIOICA* L.) AND CHAMOMILE (*CHAMOMILLA RECUTITA* L. RAUSCHERT)

BACHELOR THESIS

ZVONIMIR JUKIĆ

Parent number: 770

Split, September 2018.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

ZAVRŠNI RAD

Sveučilište u Splitu
Kemijsko-tehnološki fakultet u Splitu
Preddiplomski studij kemijske tehnologije, smjer: Kemijsko inženjerstvo

Znanstveno područje: Tehničke znanosti
Znanstveno polje: Kemijsko inženjerstvo
Tema rada je prihvaćena na 3. sjednici Fakultetskog vijeća Kemijsko-tehnološkog fakulteta

Mentor: doc. dr. sc. Mario Nikola Mužek
Pomoć pri izradi:

PRIPRAVA TEKUĆEG ORGANSKOG GNOJIVA FERMENTACIJOM KOPRIVE (*URTICA DIOICA* L.) I KAMILICE (*CHAMOMILLA RECUTITA* L. RAUSCHERT)

Zvonimir Jukić, 770

Sažetak: U ovom radu je izvršena priprava tekućeg organskog gnojiva tijekom 17 dana kroz dvije serije uzoraka. Za fermentaciju su korišteni suhi mljeveni korijen koprive i suhi cvjetovi kamilice. Uzorci su pripremljeni otapanjem 20 g suhog bilja u 1 L vode i to u dvije serije: otapanjem u tehnološki pripremljenoj demineraliziranoj vodi s pH = 7 i σ = 0,83 μS cm^{-1} i u vodi odstajaloj 48 h na sobnoj temperaturi s pH = 7,18 i σ = 374 μS cm^{-1}. Tijekom fermentacije provedene u temperaturnom rasponu okoline 4 – 15 °C, ispitivane su promjene pH vrijednosti, ukupne otopljene tvari (otopljenih soli), kao i električne vodljivosti uzoraka. Dobiveni rezultati pokazuju promjenu pH vrijednosti kod fermentacije uzoraka u odstajaloj vodi čije su vrijednosti blizu optimalnim vrijednostima (5,00 – 5,50) potrebnim za primjenu tekućeg organskog gnojiva. Uočava se i oslobađanje veće količine ukupne otopljene tvari u takvim uzorcima, a izmjerene su i više vrijednosti električne vodljivosti. Nakon skladištenja u trajanju od 120 dana na uzorcima pripravljenim u tehnološki demineraliziranoj vodi uočene su promjene pH vrijednosti, električne vodljivosti i sadržaja ukupne otopljene tvari, kao i promjene boje i mirisa čime je narušena kemijska stabilnost i postojanost. Kod uzoraka pripravljenih u odstajaloj vodi uočene se minimalne promjene pH vrijednosti, električne vodljivosti i sadržaja ukupne otopljene tvari, ali nije bilo promjene u boji i mirisu čime nije narušena kemijska postojanost i stabilnost.

Ključne riječi: kopriva, kamilica, fermentacija, pH vrijednost, električna provodnost, koncentracija ukupne otopljene tvari (otopljenih soli).

Rad sadrži: 42 stranice, 17 slika, 11 tablica, 21 literaturnu referencu

Jezik izvornika: hrvatski

Sastav Povjerenstva za obranu:

1. Doc. dr. sc. Franko Burčul - predsjednik
2. Doc. dr. sc. Miće Jakić - član
3. Doc. dr. sc. Mario Nikola Mužek - član-mentor

Datum obrane: 27. rujna 2018.

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Kemijsko-tehnološkog fakulteta Split, Ruđera Boškovića 35.

BASIC DOCUMENTATION CARD

BACHELOR THESIS

University of Split
Faculty of Chemistry and Technology Split
Undergraduate study of Chemical technology, Orientation: Chemical engineering

Scientific area: Tehnical sciences
Scientific field: Chemical engineering
Thesis subject was approved by Faculty Council of Faculty of Chemistry and Technology, session no. 3.

Mentor: Mario Nikola Mužek, PhD, assistant professor
Technical assistance:

OBTAINING LIQUID ORGANIC FERTILIZER BY FERMENTATION OF NETTLE (*URTICA DIOICA* L.) AND CHAMOMILE (*CHAMOMILLA RECUTITA* L. RAUSCHERT)

Zvonimir Jukić, 770

Abstract: In this experiment, the preparation of liquid organic fertilizer was performed for 17 days through two series of samples. For the fermentation process the dry root of nettle and dry camomile flowers were used. The samples were prepared by dissolving 20 g of dry plants in 1 L of water, in two series: in technologically prepared demineralised water with pH = 7 and σ = 0.83 μS cm^{-1} and tapwater (left 48 h at room temperature) with pH = 7.18 and σ = 374 μS cm^{-1}. During the fermentation period of 17 days and the temperature range of 4 – 15 °C, changes in pH, concentration of total dissolved solids and electrical conductivity of the samples were measured. The results obtained show a change in the pH values of the fermented samples in the distilled water which values are close to the optimal values (5.00 − 5.50) required for the application of liquid organic fertilizers. The release of a larger amount of the total dissolved solids in such samples was also observed and higher values of electrical conductivity were measured. After 120 days of storage samples prepared in technologically demineralised water, changed values of pH, conductivity and the total dissolved solids as well as in colour, and odour thus deteriorating chemical stability and immutability. The samples prepared in the decaying water showed slight changes in pH, conductivity and the total dissolved solids while there was no changes in colour and odour thus not impairing chemical stability and immutability.

Keywords: nettle, chamomile, fermentation, pH value, electrical conductivity, concentration of total dissolved solids.

Thesis contains: 42 pages, 17 pictures, 11 tables, 21 literary references

Original in: Croatian

Defence Committee:

1. Franko Burčul, PhD, assistant professor	chair person
2. Miće Jakić, PhD, assistant professor	member
3. Mario Nikola Mužek, PhD, assistant professor	supervisor

Defence date: September, 27th 2018.

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposed in Library of Faculty of Chemistry and Technology Split, Ruđera Boškovića 35.

Završni rad je izrađen u Zavodu za anorgansku tehnologiju Kemijsko-tehnološkog fakulteta u Splitu pod mentorstvom doc. dr. sc. Maria Nikole Mužeka u razdoblju od studenog 2017. do rujna 2018. godine.

Zahvaljujem se svom mentoru doc. dr. sc. Mariu Nikoli Mužeku na neizmjernoj podršci, savjetima i strpljenju prilikom izrade završnog rada.

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

- Usitniti suhi korijen koprive na sitne dijelove.
- Pripremiti otopine tekućeg gnojiva miješanjem suhog korijena koprive, zatim cvijeta kamilice te u konačnici i njihovom kombinacijom u demineraliziranoj vodi, kao i u odstajaloj vodovodnoj vodi.
- Pratiti različite parametre, kao što su pH vrijednost, koncentracija otopljenih soli te električna provodnost dobivenih tekućih organskih gnojiva.
- Analizom izmjerenih parametara procijeniti koji od pripremljenih uzoraka tekućeg organskog gnojiva pokazuje najbolja svojstva.

SAŽETAK

U ovom radu je izvršena priprava tekućeg organskog gnojiva tijekom 17 dana kroz dvije serije uzoraka. Za fermentaciju su korišteni suhi mljeveni korijen koprive i suhi cvjetovi kamilice. Uzorci su pripremljeni otapanjem 20 g suhog bilja u 1 L vode i to u dvije serije: otapanjem u tehnološki pripremljenoj demineraliziranoj vodi s pH = 7 i σ = 0,83 $\mu S\ cm^{-1}$ i u vodi odstajaloj 48 h na sobnoj temperaturi s pH = 7,18 i σ = 374 $\mu S\ cm^{-1}$. Tijekom fermentacije provedene u temperaturnom rasponu okoline 4 – 15 °C, ispitivane su promjene pH vrijednosti, ukupne otopljene tvari (otopljenih soli), kao i električne vodljivosti uzoraka. Dobiveni rezultati pokazuju promjenu pH vrijednosti kod fermentacije uzoraka u odstajaloj vodi čije su vrijednosti blizu optimalnim vrijednostima (5,00 – 5,50) potrebnim za primjenu tekućeg organskog gnojiva. Uočava se i oslobađanje veće količine ukupne otopljene tvari u takvim uzorcima, a izmjerene su i više vrijednosti električne vodljivosti. Nakon skladištenja u trajanju od 120 dana na uzorcima pripravljenim u tehnološki demineraliziranoj vodi uočene su promjene pH vrijednosti, električne vodljivosti i sadržaja ukupne otopljene tvari, kao i promjene boje i mirisa čime je narušena kemijska stabilnost i postojanost. Kod uzoraka pripravljenih u odstajaloj vodi uočene se minimalne promjene pH vrijednosti, električne vodljivosti i sadržaja ukupne otopljene tvari, ali nije bilo promjene u boji i mirisu čime nije narušena kemijska postojanost i stabilnost.

Ključne riječi: kopriva, kamilica, fermentacija, pH vrijednost, električna provodnost, koncentracija ukupne otopljene tvari (otopljenih soli).

SUMMARY

In this experiment, the preparation of liquid organic fertilizer was performed for 17 days through two series of samples. For the fermentation process the dry root of nettle and dry camomile flowers were used. The samples were prepared by dissolving 20 g of dry plants in 1 L of water, in two series: in technologically prepared demineralised water with pH = 7 and σ = 0.83 μS cm^{-1} and tapwater (left 48 h at room temperature) with pH = 7.18 and σ = 374 μS cm^{-1}. During the fermentation period of 17 days and the temperature range of 4 – 15 °C, changes in pH, concentration of total dissolved solids and electrical conductivity of the samples were measured. The results obtained show a change in the pH values of the fermented samples in the distilled water which values are close to the optimal values (5.00 – 5.50) required for the application of liquid organic fertilizers. The release of a larger amount of the total dissolved solids in such samples was also observed and higher values of electrical conductivity were measured. After 120 days of storage samples prepared in technologically demineralised water, changed values of pH, conductivity and the total dissolved solids as well as in colour, and odour thus deteriorating chemical stability and immutability. The samples prepared in the decaying water showed slight changes in pH, conductivity and the total dissolved solids while there was no changes in colour and odour thus not impairing chemical stability and immutability.

Keywords: nettle, chamomile, fermentation, pH value, electrical conductivity, concentration of total dissolved solids.

UVOD **1**
1. OPĆI DIO **3**
1.1. GNOJIVA, GNOJIDBA I POSTUPAK GNOJIDBE **4**
1.1.1. Osnovni principi gnojidbe 6
1.1.1.1. Održavanje (ili popravak) plodnosti tla 8
1.1.1.2. Dodatak prirodno nedostatnoj opskrbi hranjivima 8
1.1.1.3. Nadoknada hranjiva iznesenih prinosom ili ispiranjem iz tla 9
1.1.2. Greške u gnojidbi 9
1.1.3. Vrste gnojiva 10
1.1.4. Organska gnojiva 12
1.1.4.1. Učinci organske gnojidbe 13
1.1.4.2. Osnovna svojstva organskih gnojiva – prednosti i mane u primjeni 13
1.1.4.3. Vrste organskih gnojiva 14
1.1.5. Tekuća organska gnojiva na bazi ljekovitih biljnih vrsta 15
1.1.5.1. Ljekovite biljne vrste 16
1.1.6. Načini priprave tekućeg organskog gnojiva na bazi ljekovitih biljnih vrsta 17
1.2. KOPRIVA (*URTICA DIOICA* L.) **18**
1.2.1. Morfološke karakteristike 19
1.2.2. Ekološki uvjeti 19
1.2.3. Vegetacijsko razdoblje 20
1.2.4. Biološki aktivne tvari 20
1.3. KAMILICA (*CHAMOMILLA RECUTITA* L. RAUSCHERT) **21**
1.3.1. Morfološke karakteristike 22
1.3.2. Ekološki uvjeti 22
1.3.3. Vegetacijsko razdoblje 22
1.3.4. Biološki aktivne tvari 23
2. EKSPERIMENTALNI DIO **24**
2.1. MATERIJALI **25**
2.2. INSTRUMENTI **26**
2.3. PROVEDBA EKSPERIMENTA **27**
3. REZULTATI I RASPRAVA **29**
3.1. UTJECAJ pH VRIJEDNOSTI NA PROCES FERMENTACIJE **33**
3.2. UTJECAJ OTOPLJENIH SOLI I ELEKTRIČNE PROVODNOSTI NA PROCES FERMENTACIJE **34**

3.2. SKLADIŠTENJE I NAČINI PRIMJENE PRIPREMLJENOG ORGANSKOG GNOJIVA 36
***4. ZAKLJUČAK* 38**
***5. LITERATURA* 40**

UVOD

Zbog brzog razvoja kemije u posljednjih pedesetak godina pretpostavljalo se da će sintetske tvari istisnuti ljekovite biljne vrste. Međutim, u posljednje vrijeme došlo je do povećanja potražnje za proizvodima od ljekovitih biljnih vrsta u zapadnoeuropskim zemljama. U svijetu se općenito sve više upotrebljavaju biološki aktivne tvari dobivene iz takvih biljnih vrsta. Ljekovite biljne vrste su izvor biološki aktivnih tvari specifičnog djelovanja koje se ne proizvode sintetski zbog nedovoljnog poznavanja njihove strukture te skupe proizvodnje (npr. glikozida). Aktivne tvari nekih biljnih vrsta nisu izravno ljekovite, ali služe kao osnova u polusintezi (npr. kortikosteroidi). U pojedinim kemijskim industrijama se povećava primjena eteričnih ulja dobivenih destilacijom ljekovitih biljnih vrsta, pogotovo u prehrambenoj industriji, proizvodnji likera i raznih napitaka, konzerviranju mesa i mesnih prerađevina te u konditorskoj industriji (arome, bojila). Ljekovite biljne vrste, osim u farmaceutskoj i prehrambenoj industriji, svoju primjenu pronalaze i u proizvodnji agrokemikalija. Kemijski pesticidi i gnojiva štite, ali imaju i štetan toksični učinak, dok će prirodni preparati polučiti željene rezultate, a da pritom neće naštetiti niti čovjeku niti okolišu. Ljekovite biljne vrste se miješaju s vodom (odstajalom ili kišnicom) čime započinje proces fermentacije bilja, odnosno raspadanja biljne mase tijekom koje se oslobađaju biološki aktivne tvari koje se otapaju te obogaćuju otopinu mikro- i makroelementima te ostalim hranjivima. Procesom fermentacije biljne mase u vodi dobiva se tekuće organsko gnojivo. Za preradu ljekovitih biljnih vrsta uzimaju se oni dijelovi biljke koji sadrže aktivnu tvar: list, plod, cvijet, korijen i stabljika. Biljne vrste korištene u ovom radu su kopriva (*Urtica dioica* L.) i kamilica (*Chamomilla recutita* L. Rauschert). Prednosti navedenih ljekovitih biljnih vrsta su višestruke: zahvaljujući odličnoj prilagodbi na različite ekološke uvjete kopriva i kamilica su široko rasprostranjene u svijetu, a kao sirovina u pripremi tekućeg organskog gnojiva koriste se iz razloga što je kopriva bogata dušikom i kao takva snažan stimulans za sve povrtne i voćarske kulture, dok kamilica potiče zdravlje tretiranih kultura i štiti presadnice i korijenje od gljivica u tlu. Osnovna svojstva tekućih organskih gnojiva očituju se u fertilizacijskoj, ekološkoj i ekonomskoj vrijednosti. Organska gnojiva povoljno djeluju na kemijska, biološka i fizikalna svojstva tla omogućavajući povećanje populacije mikroorganizama, odnosno rast biogenosti tla, a pojačava se i humifikacija (sinteza humusa) te rast sadržaja humusa u tlu čime tlo postaje plodnije. Tekuća organska gnojiva sadrže manju količinu mineralnih elemenata te omogućuju uravnoteženu ishranu bilja, a zbog niske koncentracije mineralnih elemenata ne izazivaju nutritivni niti osmotski (solni) stres.[1-3]

1. OPĆI DIO

1.1. GNOJIVA, GNOJIDBA I POSTUPAK GNOJIDBE

Gnojiva su mineralne (anorganske) ili organske tvari, dobivene prirodnim ili industrijskim putem, koje sadrže hranjiva potrebna za razvoj i proizvodnju biljnih kultura, a ujedno potiču i ubrzavaju rast i prinos biljaka. Pogrešno ih je smatrati biljnom hranom iz razloga što biljke same sintetiziraju svoju hranu iz vode i ugljičnog dioksida uz pomoć sunčeve svjetlosti (autotrofni organizmi, autotrofija = samoishrana). Organska tvar biljaka pretežno je sačinjena od elemenata iz vode i zraka (ugljika, kisika i vodika), a mineralni elementi, koji zaostaju u pepelu biljaka nakon njihovog spaljivanja, čine svega 1 – 2 % biljne tvari. Spomenuti mineralni elementi funkcijski mogu biti konstitucijski (strukturni) elementi kao što su dušik, fosfor i sumpor, aktivatori enzima kao kalij, kalcij, magnezij, mangan i cink te regulatori redoks reakcija u koje se ubrajaju željezo, bakar, mangan i molibden. Osim nabrojanih, važnu ulogu imaju bor i klor čije se funkcije ne mogu svrstati u jednu od navedenih grupa, ali bez njih biljke ne mogu sintetizirati hranu i preživjeti te se stoga ne smatraju biogenim ili neophodnim elementima, odnosno biljnim hranjivima. Hranjiva koja biljke trebaju u većim količinama nazivaju se biogeni makroelementi, a ona koja su potrebna u znatno manjim količinama biogeni mikroelementi. Gnojiva se mogu smatrati multivitaminskim dodatkom biljnoj hrani. Činjenica je da biljka koja nema dovoljno hranjivih tvari može preživjeti duže razdoblje, ali to direktno utječe na visinu i kakvoću samog prinosa.[3]

Gnojidba ili fertilizacija (slika 1.1.) kao postupak je agrotehnička mjera aplikacije gnojiva radi postizanja stabilnog visokog prinosa odgovarajuće kvalitete optimizacijom opskrbe usjeva hranjivima održavanjem plodnosti tla bez štetnog utjecaja na okoliš.[4] Iz ukupnih rezervi tla, koje su višestruko veće od potrebe biljaka, jedan dio hranjiva se neprekidno mijenja u oblike povoljne za ishranu bilja (mobilizacija hranjiva), ali se u pravilu taj proces odvija znatno sporije od gubitaka i odnošenja urodom pa je gnojidba najvažnija agrotehnička mjera za osiguranje visokih i stabilnih prinosa uz očuvanje efektivne plodnosti tla. Gnojidbu treba smatrati investicijom u biljnu proizvodnju, nipošto troškom. Svaka gnojidba utječe na većinu sljedećih značajki agroekosustava kao što su visina prinosa, kvaliteta prinosa, stabilnost prinosa, plodnost tla, onečišćenje okoliša, kružni tok hranjiva, isplativost i održivost proizvodnje.[4] Utjecaj gnojidbe na visinu i kvalitetu prinosa očituje se u promjenama količina, odnosa i dinamike raspoloživih biljnih hranjiva, bilo u rizosferi unošenjem u tlo, bilo izravno u nadzemnim dijelovima biljke folijarnom aplikacijom. Utjecaj na visinu prinosa se vidi ukoliko je

raspoloživost hranjiva bila limitirajući činitelj. Utjecaj na kvalitetu prinosa se očituje u vidu porasta ili pada kvalitete ukoliko je raspoloživost bila optimalna.[3,5]



Slika 1.1. Gnojidba[6]

Što se tiče plodnosti tla, gnojidba značajno utječe na stabilnost prinosa i plodnost tla koji su vrlo usko povezani, jer veća plodnost podrazumijeva veću raspoloživost hranjiva i veću sposobnost tla da u određenoj mjeri neutralizira nepovoljne sezonske utjecaje (npr. suša ili saturiranost tla) i nepovoljne učinke nedostatne ili suvišne gnojidbe (elastičnost tla) i tako doprinosi stabilnosti prinosa.[4] Opterećenje okoliša poljoprivredom je vrlo značajan aspekt održivosti poljoprivredne proizvodnje i očuvanja okoliša iz razloga što prekomjerna gnojidba ili gnojidba izvan vegetacijske sezone utječe na raspoloživost hranjiva koja postaje veća od sezonske potrebe usjeva čime dolazi i do nepotrebnih gubitaka hranjiva (s vremenom dolazi do ispiranja nitrata, direktnog otjecanja vodotopivih hranjiva, volatizacije dušika, itd.).[4]

Bez adekvatne gnojidbe nema visokih i stabilnih prinosa, potrebne kakvoće proizvoda niti profitabilnosti pa se gnojidba opravdano smatra najvažnijom agrotehničkom mjerom u uzgoju biljaka. Određivanje doze gnojiva, njegove vrste, vremena primjene i načina gnojidbe mora se temeljiti na znanstveno-stručnim spoznajama o raspoloživosti i odnosima hranjiva u tlu, fiziološkim potrebama biljke, ekonomičnosti proizvodnje te intenzitetu i smjeru utjecaja pojedinog agroekološkog čimbenika.[3] Gnojidba tla i biljaka ima zadatak održavanja ili povećanja plodnosti siromašnih tala do razine potrebne za postizanje mogućeg, ekonomski isplativog prinosa, što zahtijeva podmirenje potrebe biljaka hranjivima za postizanje određene visine (i/ili) kakvoće prinosa, a vodi računa o okolišu i produktivnoj kondiciji tla. U tablici 1.1. prikazana su temeljna načela gnojidbe.

Tablica 1.1. Temeljna načela gnojidbe[7]

Kategorija	Komponenta
Izvor hranjiva	Osigurava uravnoteženu opskrbu neophodnim elementima ishrane uvažavajući hranjiva dostupna iz prirodnih rezervi, kao i svojstva gnojiva obzirom na raspoloživost i količinu hranjiva.
Adekvatna doza	Procjena bioraspoloživosti hranjiva iz tla kao i potrebe biljaka.
Vrijeme	Podešavanje dinamike usvajanja i bioraspoloživosti hranjiva s vremenom primjene gnojiva uz uvažavanje mogućih gubitaka iz tla.
Mjesto primjene	Uvažavanje prostorne varijabilnosti (heterogenosti) parcele i specifičnih potreba usjeva s obzirom na dubinu korijenovog sustava i moguće gubitke.
Cijena gnojidbe	Optimizacija gnojidbe s obzirom na cijenu gnojiva po jedinici aktivne tvari, njegovu efikasnost i učinak na prinos i kakvoću proizvoda.

1.1.1. Osnovni principi gnojidbe

Uporaba gnojiva je neophodna radi postizanja visokih prinosa te isplativosti rada i ulaganja u biljnu proizvodnju. Suvremeni koncepti gnojidbe uglavnom se temelje na kemijskom konceptu ishrane bilja što značajno utječe na povećanje poljoprivredne produkcije uz bolju kvalitetu hrane.[4] Povoljni prateći efekt gnojidbe je povećanje plodnosti tla što rezultira visokim i stabilnim prinosima, većom otpornošću na bolesti i klimatske stresove. Prema značaju za ishranu bilja svi se elementi dijele u tri grupe:[4]

- neophodni ili esencijalni elementi: C, O, H, N, P, K, S, Ca, Mg, Fe, B, Mn, Zn, Cu, Mo, Cl, Ni,
- korisni ili beneficijalni elementi: Na, Si, Co, Se, V, Al, Ti, La, Ce,
- ostali elementi (uključujući i toksične elemente Cd, Cr, Hg, As, Pb, U, itd.).

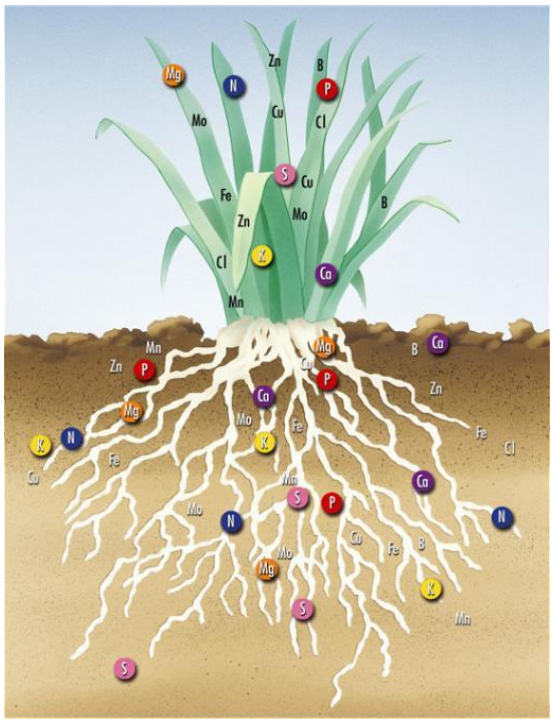
Biljkama je neophodno 17 elemenata i njihovu raspoloživost je potrebno održavati u optimalnom rasponu. Prema količini potrebnoj za ishranu bilja neophodni se elementi dijele na makroelemente, u koje spadaju C, O, H, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, i mikroelemente, u koje se ubrajaju Mn, Zn, Cu, B, Cl, Mo, Ni.[5] Ova podjela prema potrebnoj količini je posebno važna za gnojidbu jer biljke mikroelemente prosječno trebaju tek < 1 kg ha^{-1}, sekundarna hranjiva (Ca, Mg, S) i fosfora nekoliko desetina kg ha^{-1}, a dušika i kalija > 100 kg ha^{-1}. Unutar neophodnih ili esencijalnih elemenata

postoji i podjela elemenata koja je najbliža fertilizacijskim principima, a osniva se na podrijetlu, količini i funkciji hranjiva:[4]

- organogeni elementi: C, O, H,
- glavni makroelementi: N, P, K,
- sekundarni makroelementi: Ca, Mg, S,
- mikroelementi: Fe, Mn, Zn, Cu, B, Cl, Mo, Ni.

Evolucijom su se biljke prilagodile upravo razini raspoloživosti hranjiva u tlima pa shodno tome održavanje plodnosti tla na odgovarajućoj razini znači veću raspoloživost hranjiva.[4] Kod manje plodnih tala raspoloživost hranjiva nije zadovoljavajuća te je u takvim tlima neophodno popraviti fizikalna, kemijska i biološka svojstva. Agrotehničke mjere popravaka svojstva tla nazivaju se mjere kondicioniranja tala, a uključuju sve mjere kojima se posredno povećava raspoloživost hranjiva.[4] Ističu se tri osnovna razloga neophodnosti gnojidbe, a to su: održavanje ili popravak plodnosti tla kao supstrata ishrane bilja, zatim dodatak prirodno nedostatnoj opskrbi hranjivima te naposljetku nadoknada hranjiva iznesenih prinosom, ispranih ili izgubljenih iz tla nekim drugim procesom.[4]

Biogeni elementi (slika 1.2.) se mogu podijeliti i prema njihovoj ulozi u metabolizmu tvari i energije na:[8]



Slika 1.2. Biogeni elementi biljne ishrane[9]

- strukturne ili konstitucijske elemente (C, H, O, N, P, S) – molekularne komponente, npr. ugljikohidrata, proteina, nukleinskih kiselina, različitih sekundarnih spojeva kao što su alkaloidi, lignin i dr. To su elementi male atomske mase, a kemijski se vežu stabilnim kovalentnim vezama.
- enzimske aktivatore (K, Ca, Mg, Mn, Zn) – obavljaju svoje funkcije kao ioni,
- redoks-reagense (Fe, Cu, Mn, Mo) – funkcioniraju kao ioni, a odlikuje ih mogućnost lake promjene valentnosti što im omogućava sudjelovanje u redoks reakcijama.

1.1.1.1. Održavanje (ili popravak) plodnosti tla

Održavanje ili popravak plodnosti tla vrši se kontroliranim utjecajem na sljedeće parametre:[4]

- Struktura tla – optimalni uvjeti za rast korijena, strukturna, prozračna, duboka tla bez zbijenih i nepropusnih slojeva.
- Optimalna vlažnost tla – u suhim je tlima reducirano kretanje i usvajanje hranjiva, kontrolira se obradom tla, navodnjavanjem i odvodnjavanjem.
- Optimalna pH reakcija tla – optimalna raspoloživost hranjiva, kontrolira se kalcizacijom i gnojidbom.
- Optimalna humoznost tla – potencijal mineralizacije, elastičnost, apsorpcijski kompleks, humat efekt, kontrolira se gospodarenjem organskom tvari, zaoravanjem žetvenih ostataka, zelenom gnojidbom, gnojidbom organskim gnojivima.
- Optimalna tekstura tla – poroznost, vododrživost, prozračnost, sorpcijska sposobnost, perkolacija, zbijenost.

1.1.1.2. Dodatak prirodno nedostatnoj opskrbi hranjivima

Dva su osnovna razloga prirodno nedostatne opskrbe hranjivima, a to su: nedostatna ukupna količina raspoloživog hranjiva u tlu i neodgovarajuća dinamika raspoloživosti hranjiva u tlu. Na gnojidbu značajno utječe i pokretljivost (mobilnost) hranjiva i u samoj biljci, a ona se može odvijati u dva smjera:[4,7]

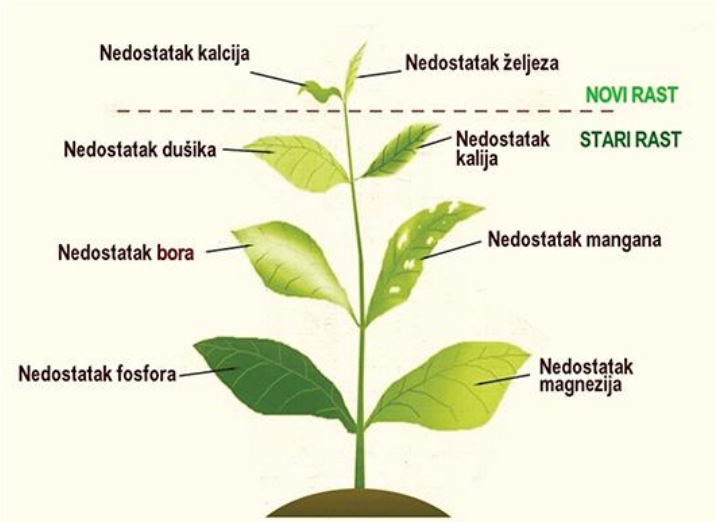
- akropetalni smjer od korijena prema vrhu biljke (kretanje ksilemom),
- bazipetalni smjer od zelenih dijelova biljke prema korijenu (kretanje floemom).

U nedostatku hranjivih elemenata biljke imaju sposobnost kojom premještaju tvari iz starijih, manje aktivnih tkiva u mlađe i aktivnije. Budući da je većina elemenata sastavni dio organske tvari, prvo dolazi do hidrolitičkih procesa i oslobađanja elemenata (remobilizacija), njihovog premještanja (translokacija i floem-ksilem retranslokacija) i ugradnje u nove spojeve na mjestu potrebe. Takva pojava naziva se reutilizacija.[7]

Prema pokretljivost u floemu elementi se dijele u tri grupe:

- pokretljivi: N, P, K, Mg, Cl,
- srednje ili uvjetno pokretljivi: Fe, Zn, Cu, Mo, S, Mn,
- teško pokretljivi ili nepokretljivi: Ca, B.

Što se tiče dinamike optimalnog usvajanja pokretljivih elemenata, ona je fleksibilna tijekom vegetacije jer biljka reutilizacijom može neutralizirati privremenu neraspoloživost hranjiva u tlu. Usporedno s fleksibilnom dinamikom usvajanja pokretljivih elemenata, usvajanje nepokretljivih elemenata mora kumulativno rasti tijekom vegetacije da bi bilo sukladno potrebama usjeva, a nedostatak u kritičnim fazama rasta usjeva, što se očituje simptomima (slika 1.3.), generalno rezultira smanjenim rastom i/ili gubitkom prinosa.[7]



Slika 1.3. Simptomi zbog nedostatka neophodnih elemenata[10]

1.1.1.3. Nadoknada hranjiva iznesenih prinosom ili ispiranjem iz tla

Nakon što se usvoje pristupačne frakcije hranjiva slijedi uspostava dinamičke ravnoteže otapanjem manje pristupačnih rezervi hranjiva koje prelaze u pristupačne oblike što je relativno spor proces.[4,7] Brzina i učinkovitost uspostave dinamičke ravnoteže ovise o plodnosti tla. U tlo je neophodno vratiti količine hranjiva koje su iznesene prinosom ili su izgubljene iz tla nekim od procesa kao što su erozija, ispiranje, volatizacija i denitrifikacija. Posebno je važno u siromašnim tlima nadoknaditi svaki kilogram iznesenog hranjiva.

1.1.2. Greške u gnojidbi

Najčešće greške koje se rade u gnojidbi su:[4]

- gnojidba "napamet" bez analize tla,
- zanemarivanje gnojidbe osnovnim hranjivima (N, P, K),

- zanemarivanje osnovnih principa održavanja plodnosti tla,
- zanemarivanje gnojidbe sekundarnim hranjivima (Ca, Mg, S),
- zanemarivanje gnojidbe mikroelementima (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo),
- prekomjerna ili nepotrebna gnojidba,
- pogrešna aplikacija gnojiva,
- pogrešna interpretacija analiza tla ili preporuke gnojidbe,
- neodgovarajuće gnojivo s obzirom na potrebnu gnojidbu ili svojstva tla,
- nedovoljna gnojidba s obzirom na gubitak hranjiva.

1.1.3. Vrste gnojiva

Najčešće podjela gnojiva je sljedeća:[4,5]

- gnojiva prema načinu proizvodnje:
    - prirodna gnojiva – sva gnojiva nastala prirodnim geološkim procesima kao što su trošenje, taloženje i akumulacija minerala, životinjskih izlučevina i organske tvari biljnog i životinjskog podrijetla.
    - umjetna ili sintetska gnojiva (slika 1.4.) – nastala industrijskim procesima sinteze ili prerade sirovina.

  Prirodna gnojiva u pravilu sadrže manje koncentracije biljnih hranjiva nego umjetna, a u procesima proizvodnje umjetnih gnojiva potreban je značajan utrošak energije.



Slika 1.4. Umjetna gnojiva[11]

- gnojiva prema namjeni (prema agrokemijskom značaju):
    - prava gnojiva kojima se u tlo unose određene količine N-P-K bez obzira na podrijetlo i topivost.
    - posredna gnojiva kojima se prvenstveno utječe na promjenu fizikalno-kemijsko-bioloških svojstava tla s ciljem povećanja raspoloživosti postojećih hranjiva u tlu, a često ih se kao takve naziva kondicioneri ili poboljšivači tla.
- gnojiva prema agregatnom stanju:
    - kruta (praškasta, kristalizirana, granulirana). Praškasta gnojiva predstavljaju sitno mljeveni prirodni materijal (fosforit, apatit). Kristalizirana gnojiva su rezultat kristalizacije iz zasićenih otopina zagrijavanjem ili vakumiranjem, a čestice su ravnih površina, oštrih bridova i vrhova. Granulirana gnojiva su gnojiva u krutim sferičnim granulama različite kompaktnosti koje mogu biti proizvedene na različite načine.
    - tekuća (prave otopine, suspenzije). Prave otopine gnojiva su bistre tekućine bez taloga, a suspenzije su tekuća gnojiva s neotopljenim česticama.
    - plinovita.
- gnojiva prema podrijetlu:
    - organska koja sadrže organske spojeve biljnog ili životinjskog podrijetla,
    - mineralna (anorganska, umjetna, sintetska) koja sadrže hranjiva u obliku anorganskih soli, a proizvedena su ekstrakcijom i/ili fizikalnim i/ili kemijskim proizvodnim procesima (npr. KAN, AN, urea, NPK gnojiva različitih omjera),
    - organomineralna koja predstavljaju organska gnojiva s dodatkom mineralne komponente,
    - biognojiva (mikrobiološka ili bakterijska) u obliku posrednih gnojiva koja obuhvaćaju nitro-fiksirajuće bakterije i plavo-zelene alge, mikorize.
- gnojiva prema vremenu primjene ili unošenja:
    - osnovna koja se unose pod brazdu,
    - startna koja se unose neposredno prije ili za vrijeme sjetve,
    - gnojiva za prihranu koja se dodaju tijekom vegetacije.

1.1.4. Organska gnojiva

Organska gnojiva u širem smislu obuhvaćaju raznovrsne smjese biljnih ostataka i/ili životinjskih izlučevina i ostataka različitog stupnja razloženosti, čijim se unošenjem u tlo dodaju glavna biljna hranjiva (N-P-K) u različitim odnosima.[5,12] Kao takva, organska gnojiva sadrže znatnu količinu organskih tvari biljnog ili životinjskog podrijetla u kojima se nalaze hranjiva, bilo u obliku složenih organskih spojeva ili u obliku jednostavnih mineralnih soli. Organska gnojiva moraju u tlu, osim opskrbe biljaka hranjivima, osigurati i uvjete za prisutnost i rad mikroorganizama koji omogućavaju razgradnju organskih tvari. Kako bi hranjiva vezana u gnojivima bila pristupačna biljkama, gnojiva moraju djelovati tako da održavaju i poboljšavaju strukturu tla, vodozračni režim i biološke osobine tla. Organska se gnojiva vrednuju prema količini organske tvari, a učinkovitost im ovisi o mikrobiološkoj aktivnosti u tlu, odnosno kojom brzinom se razgrađuju i transformiraju do hranjiva pogodnih za usvajanje. Treba naglasiti da organska gnojiva jače potiču aktivnost mikroba tla, gujavica, gljivica i drugih razgrađivača organske tvari u odnosu na mineralna gnojiva i njima se unosi u tlo mnogo manje soli i kiselina. Organska gnojiva imaju vrlo važnu ulogu u gospodarenju tlom, jer povoljno utječu na njegova fizikalna, kemijska i biološka svojstva. Isto tako utječu i na zagrijavanje tla u zimskom periodu (od studenog do svibnja). Organska gnojiva na teškim tlima vežu suvišnu vlagu, a na pjeskovitim tlima bolje zadržavaju vlagu. Također je višeznačno djelovanje organskih gnojiva na rast biljaka. Naime, razgradnjom organske tvari oslobađa se ugljikov dioksid (CO_2) koji biljke koriste u fotosintezi. Nadalje, organska gnojiva osiguravaju biljci dio mineralnih hranjiva, osobito dušik, fosfor i kalij, kao i mikroelemente. Zatim imaju i produženo djelovanje gdje je manji dio dušika biljkama odmah raspoloživ, a ostatak postupno nakon mineralizacije, dok je raspoloživost fosfora i kalija vrlo slična mineralnim gnojivima. Usto smanjuju rizik od ispiranja hranjiva, a djeluju i na pH vrijednost i elektroprovodnost tla. Organska gnojiva su često jeftina, jer su proizvedena od otpada ili nusproizvoda i u gnojidbi usjeva mogu zamijeniti dio mineralnih gnojiva.[5,12]

1.1.4.1. Učinci organske gnojidbe

Organska gnojidba ima višestruki učinak na tlo i poljoprivrednu proizvodnju:[12]

- izravan fertilizacijski učinak dodavanjem različitih količina i oblika glavnih biljnih hranjiva,
- dopunski fertilizacijski učinak dodavanjem sekundarnih biljnih hranjiva (Ca-Mg-S) i mikroelemenata,
- kondicionerski učinak popravljanjem svojstava tla intenziviranjem mikrobioloških procesa, povećanjem elastičnosti tla, tj. sposobnosti neutralizacije stresnih uvjeta, povećanjem stabilnosti strukturnih agregata, povećanjem adsorpcijskog kompleksa tla, očuvanjem humuznosti tla, itd.

1.1.4.2. Osnovna svojstva organskih gnojiva – prednosti i mane u primjeni

Osnovna svojstva organskih gnojiva (slika 1.5.) se ogledaju u fertilizacijskoj, ekološkoj i ekonomskoj vrijednosti. Organska gnojiva povoljno djeluju na kemijska, biološka i fizikalna svojstva tla omogućavajući povećanje populacije mikroorganizama, odnosno rast biogenosti tla, a pojačava se i humifikacija (sinteza humusa) te rast sadržaja humusa u tlu čime tlo postaje plodnije.[12] Primjenom organskih gnojiva biogeni elementi se oslobađaju sporo (mineralizacija organske tvari) do oblika koji biljke mogu usvajati pa nema opasnosti od prekomjerne koncentracije bilo kojeg elementa budući da razgradnju organske tvari obavljaju mikroorganizmi i to samo kad za to postoje povoljni reakcijski uvjeti (temperatura, vlaga, pH, itd.).[12] Organska gnojiva sadrže manju količinu mineralnih elemenata (ovisno o vrsti organskog gnoja, njegove starosti i načina primjene) te omogućuju uravnoteženu ishranu bilja, a zbog niske koncentracije mineralnih elemenata ne izazivaju nutritivni niti osmotski (solni) stres.[3]



Slika 1.5. Organsko gnojivo

Djelovanje organskih gnojiva je dugotrajno tijekom više godina, jer sprječavaju ispiranje biogenih elemenata iz rizosfere vežući ih na organometalni koloidni kompleks tla kemijski i polarno. Isto tako umjereno stimuliraju rast bilja u duljem vremenskom periodu te jačaju otpornost biljaka na pojavu bolesti i štetočina. Korisna su za okoliš jer nakon njihove razgradnje, odnosno mineralizacije, nema značajnih količina štetnih ostataka, a nisu podložna ni ispiranju (gubitcima površinskim kretanjem vode kod jačih oborina ili navodnjavanja). Primjenom organskih gnojiva se potiče razvoj života u tlu (biogenost) od mikroorganizama kao što su gljivice i bakterije do mezofaune (gujavice i crvi) koji se hrane organskom tvari i utječu na bolje prozračivanje i dreniranost tla. Organska gnojiva su sastavom i strukturom prilagodljiva pa se tako mogu obogaćivati mineralnim gnojivima i tako prilagoditi formulaciju, odnosno omjer N-P-K hranjiva različitim biljnim vrstama.[3]

Uz navedena korisna svojstva, organska gnojiva imaju i određene nedostatke. Prije svega sporo otpuštaju hranjive tvari, posebice u hladnijim uvjetima tijekom kasne jeseni, zime i ranog proljeća, što se teško usklađuje s vremenom najveće potrebe biljaka za hranjivima. Zbog cjelogodišnje mineralizacije, može doći do onečišćenja okoliša dušikom izvan vegetacijskog perioda. Oslobađanje biogenih elemenata u formi koje biljke mogu usvojiti ovisi o aktivnosti mikroorganizama te u uvjetima niske biogenosti, odnosno niske aktivnosti mikroorganizama uzrokovane visokom ili niskom temperaturom, manjkom ili suviškom vlage u tlu, nepovoljnim pH vrijednostima raspoloživost je nedostatna za veće prinose. Trenutno su skuplja od mineralnih gnojiva ako se uzme u obzir mala koncentracija aktivne tvari i potreba za primjenom više desetaka tona po hektaru. Primjena je često otežana zbog njihovog oblika (velika, rastresita i često nehomogena masa), a peletiranje jako poskupljuje njihovu primjenu. Kod tekućih organskih gnojiva moraju se primjenjivati posebni aplikatori. Pri nepravilnom skladištenju i primjeni vrlo su visoki gubitci, posebice dušika. Organska gnojiva koja nisu u potpunosti kompostirana mogu uzrokovati probleme kad se koriste kao svježe gnojivo zbog pojave tzv. dušične depresije te širenja korova sjemenom.[3]

1.1.4.3. Vrste organskih gnojiva

U organska gnojiva u užem smislu spadaju različite vrste stajskih gnojiva i komposta, posebna organska gnojiva i zelena gnojidba, a uvažavajući detaljniju podjelu stajskih gnojiva i komposta, organska gnojiva su:[12]

- kruti stajski gnoj,
- gnojovka ili polutekući stajski gnoj,
- gnojnica ili tekući stajski gnoj,
- komposti,
- vermikomposti,
- prerađeni gradski otpad,
- sušena organska gnojiva,
- tekuća organska gnojiva,
- posebna organska gnojiva,
- zelena gnojidba.

1.1.5. Tekuća organska gnojiva na bazi ljekovitih biljnih vrsta

Zbog brzog razvoja kemije u posljednjih pedesetak godina pretpostavljalo se da će sintetske tvari istisnuti ljekovito bilje. Međutim, u posljednje vrijeme došlo je do povećanja potražnje za proizvodima od ljekovitog bilja u zapadnoeuropskim zemljama. Prema statističkim podacima Svjetske zdravstvene organizacije, gotovo polovina aktivnih tvari u proizvedenim preparatima biljnog je podrijetla. U svijetu se općenito sve više upotrebljavaju biološki aktivne tvari dobivene iz ljekovitog bilja pa, primjerice, njihov udio u lijekovima iznosi i do 90 %. Ljekovito bilje je izvor biološki aktivnih tvari specifičnog djelovanja kojih nema u sintetskim tvarima, a ne proizvode se sintetski zbog nedovoljnog poznavanja njihove strukture te skupe proizvodnje (npr. glikozida).[12] Aktivne tvari nekih biljnih vrsta nisu izravno ljekovite, ali služe kao osnova polusinteze (npr. kortikosteroidi). U pojedinim kemijskim industrijama se povećava primjena eteričnih ulja dobivenih destilacijom ljekovitog bilja, pogotovo u prehrambenoj industriji, proizvodnji likera i raznih napitaka, konzerviranju mesa i mesnih prerađevina te u konditorskoj industriji (arome, bojila). Ljekovito bilje, osim u farmaceutskoj i prehrambenoj industriji, svoju primjenu pronalazi i u proizvodnji agrokemikalija. Kemijski pesticidi i gnojiva štite, ali i truju, dok će prirodni preparati polučiti željene rezultate, a da pritom neće naštetiti niti čovjeku niti okolišu. Ljekovito bilje se miješa sa vodom (odstajalom ili kišnicom) čime započinje proces fermentacije bilja, odnosno raspadanja biljne mase tijekom koje se oslobađaju biološki aktivne tvari koje se otapaju

te obogaćuju otopinu mikro- i makroelementima te ostalim hranjivima stvarajući tako tekuće organsko gnojivo (slika 1.6.).



Slika 1.6. Tekuće organsko gnojivo

1.1.5.1. Ljekovite biljne vrste

Od mnogih vrsta biljaka koje rastu na našem planetu, samo je nekoliko stotina zanimljivo u gospodarskom smislu, osobito kao sirovina za dobivanje farmaceutskih proizvoda. Prema definiciji Svjetske zdravstvene organizacije, u ljekovite biljne vrste se ubrajaju sve one vrste čiji jedan dio ili više dijelova sadrže biološki aktivnu tvar koja se može iskoristiti u terapijske svrhe ili za kemijsko-farmaceutske sinteze.[13] Za preradu ljekovitog bilja uzimaju se samo oni dijelovi biljke koji sadrže aktivnu tvar: list, plod, cvijet, korijen i stabljika. Ljekovite biljne vrste, samonikle ili kultivirane, zbog sadržaja biološki aktivnih tvari primjenjuje se u liječenju te u prehrambenoj industriji kao poboljšivači okusa, a služe i za dobivanje eteričnih ulja. Ljekovite biljne vrste mogu biti jednogodišnje, dvogodišnje ili višegodišnje, drvenaste ili grmolike.[13] Broj biljnih vrsta ljekovitog bilja neprestano se mijenja. Divlje vrste zbog povećane potražnje za njima prerastaju u kultivirane, a pojedine se vrste kultiviranog bilja napuštaju zbog jeftinije proizvodnje sintetskih pripravaka. Najvažnije je raspoznavanje biljaka pri čemu mogu pomoći crteži i fotografije, a za točno određivanje koristi se botanički ključ. Pri sakupljanju biljaka treba se isključivo služiti rezanjem, a ne čupanjem.[13,14] Sakupljaju se za suha, lijepa vremena, u prijepodnevnim satima. Nakon dugotrajne kiše treba pričekati dva ili tri dana. Kada se skuplja bilje za uporabu u ljekovite svrhe, ključ je u biranju najzdravijih biljaka koje se mogu naći. Od biljke se očekuje da s nama podijeli svoju vitalnost pa se ne beru one koje izgledaju nezdravo, ili rastu previše blizu ceste ili nekog drugog izvora zagađivanja. Biljke koje rastu u umjerenim zonama obično brzo rastu u

proljeće, cvjetaju ljeti, imaju plodove ili sjemenke u jesen, a zatim venu ili barem usporavaju svoj razvoj tijekom zime.[13,14] Lišće i stabljike se skupljaju u proljeće ili početkom ljeta prije pojavljivanja cvjetova. Branje pupoljaka prije nego procvjetaju produžit će mogućnost skupljanja cvjetova. Cvjetove je najbolje brati kad se počinju otvarati. Sjemenke treba skupljati kada su zrele i spremne pasti. Kada se vitalnost biljke spusti u tlo, u kasnu jesen, zimi ili u rano proljeće vrijeme je za iskopavanje korijena. Plodovi se beru kada su zreli. Biljke kao i sva druga živa bića, uglavnom se sastoje od vode te reagiraju na utjecaj mjeseca. Kemijski sastav biljke suptilno se mijenja iz sata u sat. Vanjski su dijelovi najbolji ujutro, nakon što rosa ishlapi i prije nego sunce osuši višak vlage. Korijenje je najkvalitetnije uvečer i noću. Listove i cvjetove nije dobro brati dok su mokri, jer ih je teže osušiti te se može razviti plijesan. Jaka sunčeva svjetlost smanjit će količinu dragocjenih hlapivih ulja. Biljke se sakupljaju u košaru ili papirnatu vrećicu i nikada se ne pritišću. Oštećeni dijelovi biljke odstranjuju se već prilikom branja. Uobičajeni način čuvanja je sušenje. Korijenje i stabljike treba oprati i narezati prije sušenja, a listove i cvjetove ne, jer vlaga izaziva stvaranje plijesni. Potrebno je otresti prašinu i kukce. Cilj je što brže, ali i što pažljivije, sušiti biljke.[13]

1.1.6. Načini priprave tekućeg organskog gnojiva na bazi ljekovitih biljnih vrsta

U organskom uzgoju ljekovite biljke koriste se odavno. Postoje četiri načina priprave tekućeg organskog gnojiva na bazi ljekovitih biljnih vrsta:

- prokuhavanje tijekom kojeg se biljka (svježa ili suha) stavlja u hladnu vodu na 24 h, a zatim se lagano zagrijava 30 minuta te se nakon što se ohladi filtrira te prska po biljkama,
- ekstrakt kao otapanje biljke u trajanju od tri dana, nakon čega se četvrti dan filtrira i vrši tretman dobivenom otopinom,
- prelijevanje je postupak tijekom kojeg se biljna masa stavi u spremnik te se prelije kipućom vodom, ostavi da se hladi i natapa 24 h, filtrira i vrši tretman,
- otapanje je najduži proces tijekom kojeg se biljna masa stavi u spremnik s hladnom vodom i ostavi otapati 10 – 15 dana, ovisno o vremenskim uvjetima, miješajući dva do tri puta dnevno, nakon čega se filtrira i vrši tretman u razrjeđenju 1:10 – 1:20.

1.2. KOPRIVA (*URTICA DIOICA* L.)

Biljna vrsta kopriva (slika 1.7.), znanstvenog naziva *Urtica dioica* L. pripada porodici usnače (Urticaceae) koja ima više od 40 rodova i preko 500 biljnih vrsta koje su rasprostranjene po Sjevernoj i Južnoj Americi, Europi, Aziji pa čak i Africi. Kopriva je izvorno euroazijska biljka koja raste na vlažnim tlima uz potoke i uz rubove bjelogoričnih šuma, kao i na planinskim obroncima i šumskim čistinama te se može reći da je biljka migrirala s ljudima i da je široko rasprostranjena.[15,16]



Slika 1.7. Kopriva

U tablici 1.2. prikazana je taksonomija koprive.

Tablica 1.2. Taksonomija biljke kopriva[17]

TAKSONOMIJA	NAZIV
Red	Rosales Bercht. et J. Presl
Porodica	Urticaceae
Rod	Urtica
Vrsta	*Urtica dioica* L.

Isto tako nalazi se u polusjenovitim livadama, zapuštenim tratinama, na ruderalnim staništima, na poplavljenim područjima, na staništima bogatim hranjivim tvarima, posebno dušikom. Može se naći od nizina do planinskog područja – 3000 m n.v. Kopriva je jedna od najsvestranijih biljaka, kako u medicini tako i u ekosustavu. Tokom

čitavog ljeta sabiru se listovi, zatim čitava biljka prije ili za vrijeme cvatnje, a u proljeće i jesen kopa se korijen. Svi se biljni dijelovi suše u hladu, a tek nakon sušenja se izrežu na sitne dijelove.[15,16]

1.2.1. Morfološke karakteristike

Kopriva je dvodomna biljka s trajnim korijenom. Stabljika je četverokutasta, 70 – 150 cm visoka. Stabljika i listovi su proviđeni gustim dlakama koje završavaju s tvrdim i lomljivim vrhom. Dlake su iznutra šuplje i ispunjene djelotvornom tvari koja žari. Kod najmanjeg dodira vrhovi žaoke ubodu, prelome se, sadržaj šupljih žaoka izlije se na kožu i uzrokuje poznato žarenje. Listovi su srcolikog oblika, duguljasti i grubo nazubljeni, smješteni jedan nasuprot drugoga, a nalaze se na dužoj ili kraćoj peteljci. Cvjetovi su neugledni i zeleni, a oplođuju se pomoću vjetra. Kopriva je dvodomna biljka te muški i ženski cvjetovi rastu odvojeno na stabljikama pa su cvjetovi jednospolni, žućkastozeleni, skupljeni u guste viseće cvatove. Cijela biljka je naoružana dlačicama koje ispuštaju mravlju kiselinu te žare u dodiru s kožom. Plod je mali, jednosjemeni oraščić. Kopriva ima gusto razgranatu mrežu podzemnih podanaka, dok se vlaknasto – nitasti korijen proteže niz podanke. Ukoliko se podanak razreže, tada će svaki dio stvoriti novu biljku. Vrh podanka završava pupom iz kojeg se razvija nadzemna stabljika.[15,18]

1.2.2. Ekološki uvjeti

Zahvaljujući odličnoj prilagodbi na različite ekološke uvjete, kopriva je široko rasprostranjena ne samo u Hrvatskoj, već i u cijelom svijetu. Optimalne temperature za rast koprive se kreću od 15 do 23 °C. Iako se smatra korovnom vrstom, kopriva preferira plodno tlo bogato organskom tvari (vrlo često se može pronaći uz hrpe stajnjaka). Optimalna pH reakcija tla bi se trebala kretati oko 6,00 – 7,00. Lokacija mora biti sunčana ili djelomično zasjenjena te mora imati dostatne količine vode. Kao najveći štetnici u literaturi se spominju upravo lisne uši, buhači i kukuruzna zlatica.[15,18]

1.2.3. Vegetacijsko razdoblje

Zasnivanje nasada može se bazirati na sjetvi sjemena ili sadnji podanaka (rizoma). S obzirom na slabiju klijavost sjemena, preporuča se uzgoj presadnica koprive. Postoji nekoliko rokova sjetve, ovisno o geografskom položaju i klimatskim uvjetima te se razlikuje sjetva u svibnju (uzgoj u negrijanom klijalištu) i sjetva u jesen (uzgoj u grijanom klijalištu). Sjeme posijano u svibnju će se rasađivati tijekom jeseni, dok će se sjeme sijano u jesen presađivati tek na proljeće. Kopriva se kosi ili bere dok su biljke sasvim mlade, odnosno kad dosegnu visinu od oko 30 cm. U uvjetima Hrvatske prvi otkos bi mogao biti već sredinom travnja. Najveći broj otkosa je u proljeće i početkom ljeta, kada vladaju idealni uvjeti za razvoj lisne mase (umjerene temperature, dosta vlage). U svakom slučaju potrebno je kositi biljke prije nego formiraju debelu stabljiku. Pravovremenom košnjom u toku jedne godine moguće je imati 6 do 8 otkosa, dok je u najboljim godinama moguće obaviti čak 10 otkosa.[15,18]

1.2.4. Biološki aktivne tvari

Kemijski gledano u koprivi se nalaze tvari koje imaju izuzetno korisna svojstva te ih se može razvrstati prema pripadajućim kemijskih skupinama. Najvažnije kemijske skupine su flavonoidi, tanini, fitosteroli te silicijska i mravlja kiselina.[15] Kopriva sadrži izrazito puno minerala, a u prvom redu jako puno željeza i to biorazgradivog kojeg organizam može iskoristiti (za razliku od onog koji se ne može apsorbirati, a najčešće je u tabletama).[15] Željezo je uz druge minerale ključni faktor koji pomaže u prevenciji proljetnog umora. Kopriva sadrži i obilje kalija (zajedno s maslačkom je najveći izvor tog minerala) što je posebno važno za ljude koji su na diureticima (osobe koje dugo vremena piju lijekove za visoki tlak, srce, zadržavanje vode u organizmu i sl.) te za ljude koji imaju migrene i druge oblike spazma. Kopriva sadrži i vrlo velike količine kalcija, magnezija, natrija, fosfora, mangana, bora, provitamina A (koji je izrazito koristan kod lošeg vida noću), vitamin B_2, C i K. Možda zvuči nevjerojatno, ali u 100 g ove čudesne biljke je više vitamina C nego u naranči ili limunu.[15]

1.3. KAMILICA (*CHAMOMILLA RECUTITA* L. RAUSCHERT)

Kamilica, slika 1.8., je ljekovita biljka iz porodice glavočika (Asteraceae) čija su ljekovita svojstva poznavali stari Rimljani i Grci. Kamilica je jednogodišnja vrsta, koja se može uzgajati kao monokultura, ali ne treba je intenzivno uzgajati duže od dvije godine. Kao pradomovina kamilice spominje se Mala Azija, ali je kao samonikla danas raširena u cijelom svijetu. Upotrebljavaju se cvijet kamilice i eterično ulje.[2,19]



Slika 1.8. Kamilica

U tablici 1.3. prikazana je taksonomija kamilice.

Tablica 1.3. Taksonomija biljke kamilica[20]

TAKSONOMIJA	NAZIV
Red	Asterales Link
Porodica	Asteraceae
Rod	Chamomilla
Vrsta	*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert

U sastavu cvijeta kamilice nalazi se 0,3 – 1,5 % eteričnog ulja, kumarini, 0,2 – 0,4 % kolina, apigenin, glikozidi i polisaharidi. Djeluje protuupalno i ubrzava obnavljanje tkiva na liječenim ranama, kao antiseptik, za obloge, inhalacije pri upali sluznica i katara, bolestima želuca i crijeva, pri bronhalnoj astmi. Mnogi preparati djeluju antibaktericidno. Isto tako se koristi u kozmetičkoj industriji i u industriji likera.[2,19]

1.3.1. Morfološke karakteristike

Korijen kamilice je račvast, ali uglavnom ne prodire duboko u tlo, što ovisi o vlazi u tlu. Stabljika može biti uspravna ili povijena, visoka od 5 – 100 cm, što ovisi o različitim činiocima (tlu, sklopu). Listovi su sjedeći, dvostruko do trostruko perasto razdijeljeni, uski, linearnih lisaka, svijetlozelene boje i bez dlačica. Cvat je sastavljen od jezičastih, bijelih cvjetova koji su poredani oko šupljeg cvjetišta i cjevastih žutih cvjetova. Plod je sivobijela roška duga 1 do 1,5 mm. Masa 1000 sjemenki je 0,02 do 0,03 g.[2,19]

1.3.2. Ekološki uvjeti

Kamilici je potrebna umjerena klima i srednje temperature. Već kod 6 °C klija i raste, a optimalna temperatura za rast i razvoj je 20 – 25 °C. Kada se oblikuju cvjetne glavice i nakuplja eterično ulje, dnevne temperature niže od 20 °C negativno se odražavaju na kakvoću spojeva u eteričnom ulju. Na niske temperature nije osjetljiva ni u fazi stvaranja prvih listova, ali ako se do zime razbokori, može pretrpjeti znatne štete zbog niskih temperatura. Ako nema dovoljno svjetlosti, ne klija. U razdoblju od pupanja do punog cvata, ako nema dovoljno svjetlosti, lošija je kakvoća eteričnog ulja. Kamilica dobro podnosi sušu, ali površina tla mora biti stalno vlažna da bi proklijala. Uspješno uspijeva na svim tlima, osim na vrlo rastresitom vapnenačkom tlu. Na teškom nepropusnom tlu postižu se dobri prinosi visokokvalitetnog cvijeta. Sjetva kamilice je ekonomski opravdana na tlima na kojima slabo uspijevaju gotovo sve druge kulture.[2,15,19]

1.3.3. Vegetacijsko razdoblje

Kamilica posijana i iznikla u jesen uspješno prezimljuje. Ako se posije u proljeće, slabiji je urod cvjetova i sadrži manje aktivnih tvari. Sjeme kamilice je klijavo dvije do tri godine, ako je pravilno uskladišteno, a jednom posijano u tlo ostaje klijavo i više od deset godina. Uz dovoljnu prisutnost svjetla i vlage, sjeme proklija već peti dan poslije sjetve. U rano proljeće biljka počne intenzivno rasti, a i za vrijeme zimskih dana ukoliko nema snježnog pokrivača i ako je dnevna temperatura viša od 6 °C. Oblikuje se velika rozeta listova, započinje bokorenje, a potom vlatanje. Krajem travnja i sredinom svibnja počinje cvjetati, ovisno o svojstvima posijane sorte te klimi i tlu. Puni cvat, da

se postigne najveća kvantiteta i kvaliteta, traje 7 – 15 dana. Ukoliko se berba obavi na početku cvjetanja i ako ima padalina, kamilica u roku 3 – 5 dana ponovo procvjeta i dobije se i do 60 % uroda prve berbe. Sjeme dozrijeva usporedo sa cvjetanjem, a plod se počinje oblikovati od dna cvjetne glavice. Pri berbi su veliki gubitci, jer je zrelo sjeme sklono osipanju.[2,15,19]

1.3.4. Biološki aktivne tvari

Kamilica obiluje aktivnim tvarima, a glavni sastojci su lako izdvojivo eterično ulje, 0,3 do 1,3 %. U cvijetu kamilice još su zastupljeni flavonoidi, glikozidi i vitamin C. Eterično ulje se nakuplja u kvržicama koje su prstenasto razmještene na donjoj trećini cjevastih cvjetova. Ulje je tamnoplavo, zeleno ili smeđe. Važni sastojci ulja kamilice su α-bisabolol, farnezen i bisabolol-oksidi.[15,16]

2. EKSPERIMENTALNI DIO

2.1. MATERIJALI

U eksperimentalnom dijelu rada korišteni su sljedeći materijali:

- Suhi korijen koprive (*Urtica dioica* L.) koji je odvojen od ubrane samonikle koprive koja raste na području Imotskog. Kopriva je ubrana te osušena u rujnu 2017 (slika 2.1.).



Slika 2.1. Suhi korijen koprive

- Cvijet kamilice (*Chamomilla recutita* L. Rauschert). Kamilica korištena za pripravu tekućeg organskog gnojiva je pribavljena od komercijalnog proizvođača. Prema specifikacijama proizvođača kamilica je ubrana tijekom lipnja, a osušena tijekom srpnja 2017. (slika 2.2.).



Slika 2.2. Cvijet kamilice

- Demineralizirana voda.
- Odstajala vodovodna voda (odstajala 48 h na sobnoj temperaturi).

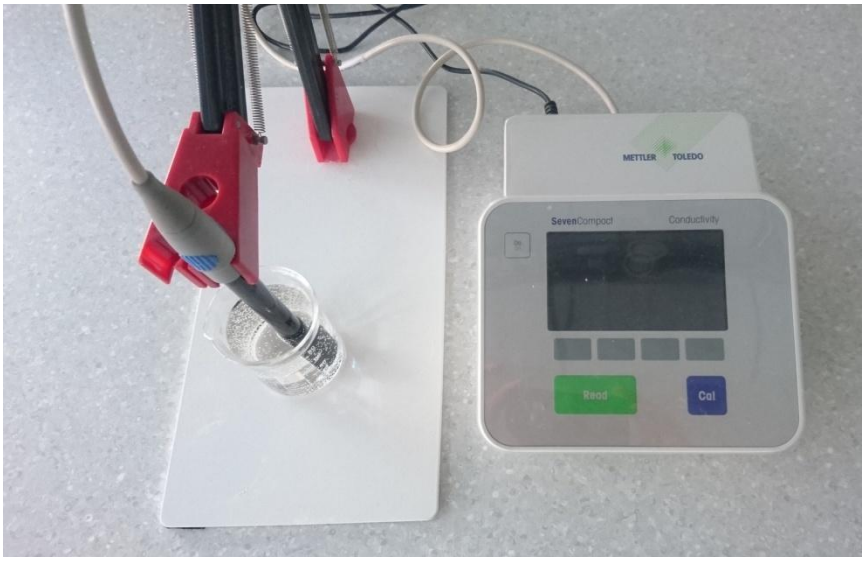
2.2. INSTRUMENTI

- pH metar Schott handylab pH/LF 12 (slika 2.3.).



Slika 2.3. pH metar

- konduktometar S230 SevenCompact™ (slika 2.4.).



Slika 2.4. Konduktometar

2.3. PROVEDBA EKSPERIMENTA

Biljni materijal (korijen koprive i cvjetovi kamilice) se usitnio radi bržeg raspadanja i ubrzanja fermentacije. Uzorci su pripremljeni otapanjem 20 g usitnjenog suhog bilja u 1 L vode, i to u dvije serije: prva serija predstavlja fermentaciju koprive, kamilice te smjesu koprive i kamilice (10 g + 10 g) u tehnološki pripremljenoj demineraliziranoj vodi s pH = 7 i σ = 0,83 μS cm^{-1}, dok druga serija predstavlja fermentaciju koprive, kamilice te smjesu koprive i kamilice u odstajaloj vodovodnoj vodi (odstajala 48 h na sobnoj temperaturi) s pH = 7,18 i σ = 374 μS cm^{-1}, što je prikazano u tablici 2.1., dok se na slikama 2.5. i 2.6. nalazi shematski prikaz pripreme uzoraka.

Tablica 2.1. Objašnjenje pripreme uzoraka

Uzorak	Način pripreme
Prva serija uzoraka	
Uzorak 1	Suhi korijen koprive otopljen u demineraliziranoj vodi
Uzorak 2	Cvijet kamilice otopljen u demineraliziranoj vodi
Uzorak 3	Suhi korijen koprive i cvijet kamilice otopljeni u demineraliziranoj vodi
Druga serija uzoraka	
Uzorak 4	Suhi korijen koprive otopljen u odstajaloj vodovodnoj vodi
Uzorak 5	Cvijet kamilice otopljen u odstajaloj vodovodnoj vodi
Uzorak 6	Suhi korijen koprive i cvijet kamilice otopljeni u odstajaloj vodovodnoj vodi



Slika 2.5. Shematski prikaz priprave prve serije uzoraka



Slika 2.6. Shematski prikaz priprave druge serije uzoraka

Tehnološki pripremljena demineralizirana voda je odabrana kako bi se mogao usporediti utjecaj tvrdoće vode na fermentaciju, kao i na sadržaj ukupne otopljene tvari. Kao reaktor u kojem se odvijala fermentacija biljnog materijala koristile su se posude načinjene od poli(etilen-tereftalata) jer organske agrokemikalije razaraju kristalnu rešetku metala. Tijekom fermentacije bilo je potrebno 2 – 3 puta dnevno promiješati uzorke radi homogenizacije otopine, ali i kako bi se ujedno ubrzalo i otpuštanje biološki aktivnih tvari u otopinu. Priprava tekućeg organskog gnojiva izvršila se fermentacijom navedenog bilja tijekom 17 dana (kroz studeni i prosinac 2017. godine; koliko je trebalo da se dogodi proces fermentacije), u temperaturnom rasponu okoliša 4 – 15 °C. Parametri koji su određivani su pH vrijednost, sadržaj ukupne otopljene tvari (otopljenih soli) te električna provodnost gnojiva. Mjerenja nažalost nisu vršena svaki dan zbog nedostupnosti laboratorija tijekom neradnih dana u tjednu.

Za vrijeme provedbe fermentacije mjereni su parametri kao što su pH vrijednost, koncentracija otopljenih soli te električna provodnost gnojiva. pH vrijednost je mjerena uz pomoć pH metra Schott handylab pH/LF 12 (slika 2.3.), dok su koncentracija otopljenih soli i vodljivost mjerene konduktometrom S230 SevenCompact™ (slika 2.4.).

3. REZULTATI I RASPRAVA

Cilj rada je bio istražiti svojstva tekućeg organskog gnojiva, kroz parametre koji određuju područje primjene, pripravljenog fermentacijom suhog korijena koprive i suhog cvijeta kamilice, u odnosu na ista ta svojstva kod mineralnih gnojiva. Priprava tekućeg organskog gnojiva izvršila se fermentacijom navedenog bilja tijekom 17 dana kroz dvije serije uzoraka, u temperaturnom rasponu okoliša 4 – 15 °C.

Ispitivanjem uzoraka utvrdilo se da se fermentacijom suhog bilja u odstajaloj vodi dobiju više pH vrijednosti, sadržaj ukupne otopljene tvari (otopljenih soli) i električne provodnosti u odnosu na iste kombinacije uzoraka u demineraliziranoj vodi. Zbog niske temperature okoline u kojoj se provela fermentacija, nije se razvila visoka temperatura same otopine. Posljedično niskoj temperaturi, intenzitet fermentacije nije bio visok pa se nije razvio ni neugodan miris, karakterističan odabranom bilju, kao posljedica raspadanja biomase i oslobađanja biološki aktivnih tvari. Zbog agresivnosti pripravljane otopine, kao reaktori u kojem se odvijala fermentacija biljne mase koristile su se posude načinjene od poli(etilen-tereftalata) jer organske agrokemikalije razaraju kristalnu rešetku metala. Razlog agresivnosti otopine su biološki aktivne tvari koje se oslobađaju fermentacijom, kao što su flavonoidi, tanini, fitosteroli te silicijska i mravlja kiselina kod koprive, glikozidi, farnezen i α-bisabolol kod kamilice. Rezultati provedenih mjerenja prikazani su u tablicama 3.1. – 3.6.

Tablica 3.1. Suhi korijen koprive otopljen u demineraliziranoj vodi

DAN	SUHI KORIJEN KOPRIVE		
	pH	*c* $mg\ L^{-1}$	σ $\mu S\ cm^{-1}$
1.	6,42	-	642
2.	5,42	-	668
3.	5,43	384	769
4.	4,82	391	783
9.	4,59	817	1634
10.	4,50	828	1657
11.	4,78	826	1652
15.	4,96	874	1747
17.	4,66	837	1674

-nije izmjereno

Tablica 3.2. Suhi cvijet kamilice otopljen u demineraliziranoj vodi

DAN	SUHI CVIJET KAMILICE		
	pH	*c* $mg\ L^{-1}$	*σ* $\mu S\ cm^{-1}$
1.	5,90	-	1477
2.	4,99	-	1548
3.	5,55	824	1647
4.	4,54	860	1730
9.	4,09	1750	3500
10.	4,03	1790	3580
11.	4,31	1769	3540
15.	4,50	1797	3590
17.	4,12	1627	3250

-nije izmjereno

Tablica 3.3. Suhi korijen koprive i suhi cvijet kamilice otopljeni u demineraliziranoj vodi

DAN	KOMBINACIJA		
	pH	*c* $mg\ L^{-1}$	*σ* $\mu S\ cm^{-1}$
1.	6,04	-	1094
2.	5,13	-	1195
3.	5,61	655	1310
4.	4,58	693	1386
9.	4,00	1432	2860
10.	3,90	1404	2810
11.	4,24	1445	2890
15.	4,41	1446	2890
17.	3,94	1437	2870

-nije izmjereno

Tablica 3.4. Suhi korijen koprive otopljen u odstajaloj vodi

DAN	SUHI KORIJEN KOPRIVE		
	pH	*c* $mg\ L^{-1}$	*σ* $\mu S\ cm^{-1}$
1.	6,71	-	961
2.	6,05	-	999
3.	6,19	510	1020
4.	5,30	543	1086
9.	4,83	1150	2300
10.	4,83	1161	2320
11.	5,09	1168	2340
15.	5,22	1208	2420
17.	4,80	1207	2410

-nije izmjereno

Tablica 3.5. Suhi cvijet kamilice otopljen u odstajaloj vodi

DAN	SUHI CVIJET KAMILICE		
	pH	*c* $mg\ L^{-1}$	*σ* $\mu S\ cm^{-1}$
1.	6,57	-	1622
2.	5,56	-	1717
3.	5,61	918	1835
4.	4,70	969	1939
9.	4,23	1964	3930
10.	4,12	1971	3940
11.	4,47	1955	3910
15.	4,58	1972	3940
17.	4,13	1954	3910

-nije izmjereno

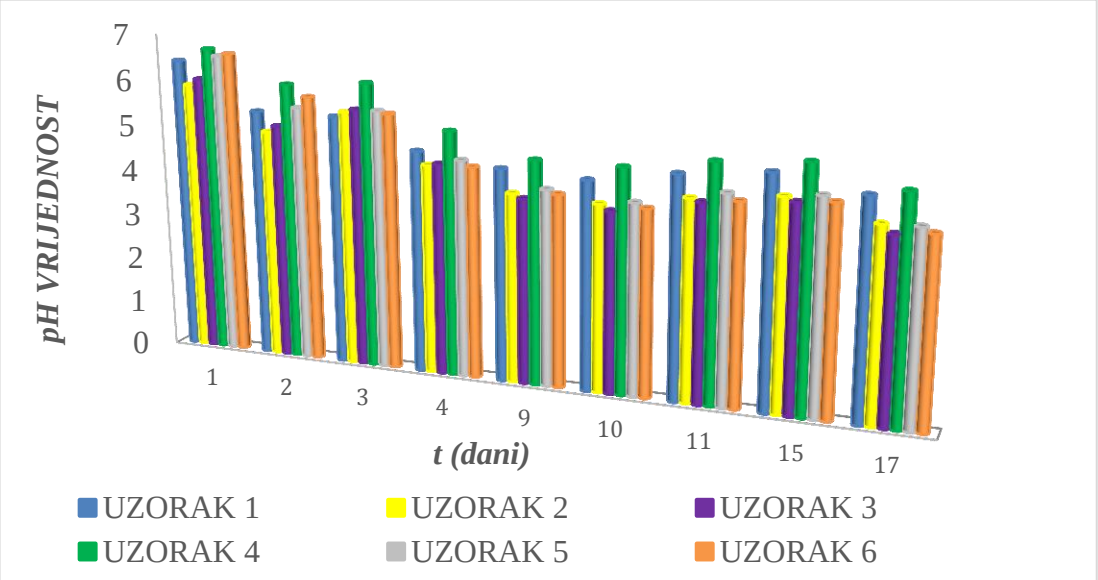
Tablica 3.6. Suhi korijen koprive i suhi cvijet kamilice otopljeni u odstajaloj vodi

DAN	KOMBINACIJA		
	pH	*c* $mg\ L^{-1}$	*σ* $\mu S\ cm^{-1}$
1.	6,63	-	1351
2.	5,81	-	1412
3.	5,57	795	1590
4.	4,58	828	1656
9.	4,15	1682	3360
10.	4,02	1686	3370
11.	4,33	1685	3370
15.	4,47	1674	3350
17.	4,02	1704	3410

-nije izmjereno

3.1. UTJECAJ pH VRIJEDNOSTI NA PROCES FERMENTACIJE

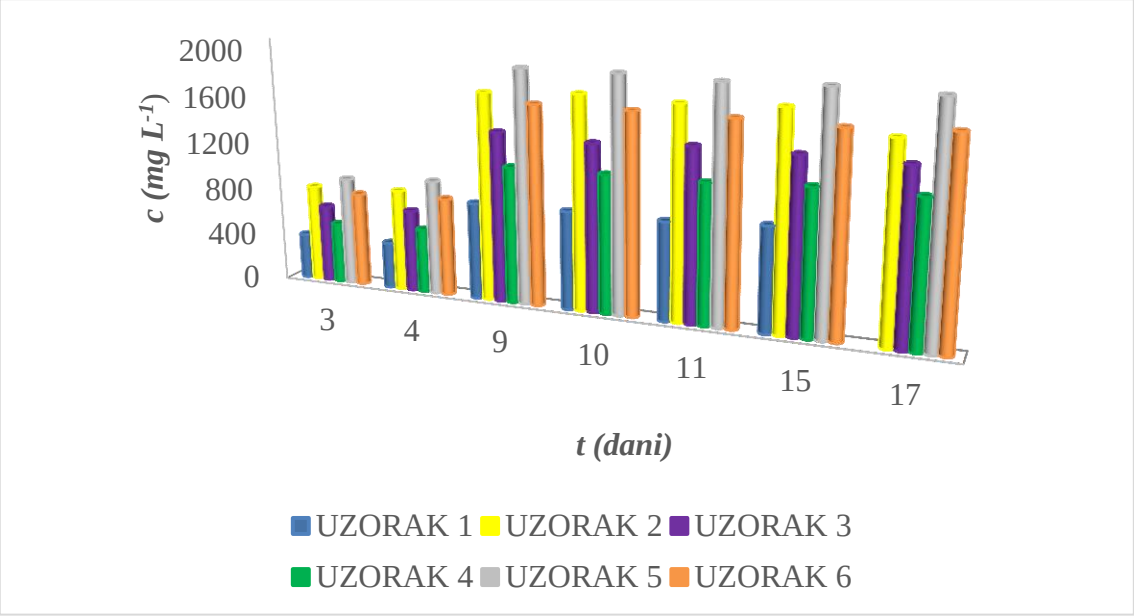
Biljka prima hranjiva potrebna za rast i razvoj preko korijena iz otopine tla u zoni korijenovog rasta, a jedan od važnijih čimbenika kod stvaranja sastava otopine tla je pH vrijednost o kojoj ovise fizikalni, kemijski i biološki procesi tla i sam rast bilja, a može se odrediti i proizvodni potencijal tla. Vrijednost pH tla se kreće u rasponu od 5,5 do 7,5, dok poljoprivredne kulture podnose reakcije tla u rasponu od 4 do 8,5. Dodatkom tekućeg organskog gnojiva pomiče se ravnoteža tla, ovisno o kiselosti gnojiva, na kiselu ili lužnatu stranu, mijenja se pH vrijednost tla pa s obzirom na to, fermentacijom se treba dobiti vrijednost pH otopine što sličnija pH vrijednosti tla. Reakcija tla, izražena kao pH vrijednost, pokazatelj je niza agrokemijskih (fizikalnih, kemijskih i bioloških) svojstava tla važnih za ishranu bilja. Izmjerene pH vrijednosti uzoraka prikazane su na slici 3.1. Fermentacijom suhog korijena koprive u odstajaloj vodi dobivena je konačna vrijednost pH = 4,8 koja je, u odnosu na ostale ispitivane uzorke, najbolja za primjenu gnojiva. Promatrajući sve ostale izmjerene pH vrijednosti za ostale ispitivane uzorke, ni one znatno ne odskaču od pH vrijednosti gnojiva koje se može dodati tlu kako bi poljoprivredne kulture dale što bolji prinos. Usporedbom izmjerenih pH vrijednosti uzoraka koji su pripremljeni u odstajaloj vodi s vrijednostima uzoraka koji su pripremljeni u demineraliziranoj vodi, nema značajnih odstupanja u izmjerenim pH vrijednostima što upućuje na zaključak kako se uzorci gnojiva mogu pripremiti korištenjem samo odstajale vodovodne vode što je ujedno i ekonomski isplativije.



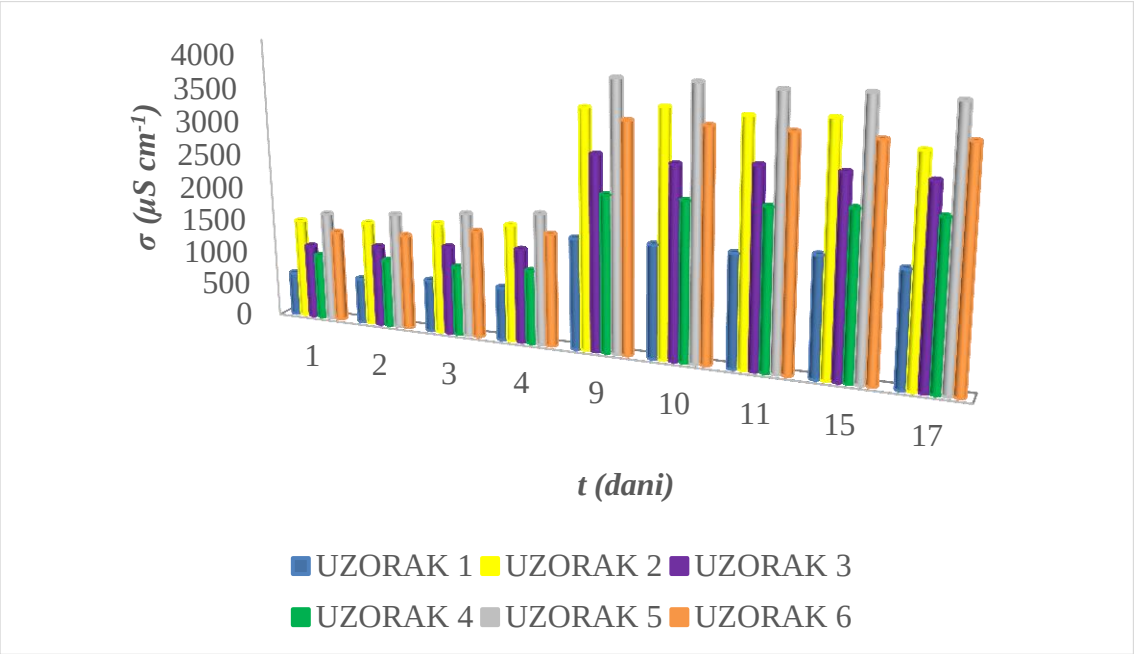
Slika 3.1. Promjena pH vrijednosti uzoraka tijekom fermentacije bilja (oznaka uzoraka je objašnjena u poglavlju *2. Eksperimentalni dio* u *tablici 2.1.*)

3.2. UTJECAJ OTOPLJENIH SOLI I ELEKTRIČNE PROVODNOSTI NA PROCES FERMENTACIJE

Koncentracija ukupne otopljene tvari (otopljenih soli) i električna provodnost gnojiva su međusobno povezani parametri. Porastom koncentracije ukupne otopljene tvari (otopljenih soli) povećava se množina iona koji utječu na električnu provodnost, čime se ujedno povećava i vrijednost električne provodnosti. Kada vrijednost električne provodnosti prelazi 4 dS m^{-1}, odnosno 4000 μS cm^{-1}, tlo se smatra zaslanjenim, a iznad te vrijednosti napetost vode je iznad granica njene raspoloživosti, što dovodi do zaustavljanja usvajanja hranjivih tvari.[12] Smanjenjem vlažnosti tla, odnosno povećanjem suhoće, teže se provode hranjive tvari do biljaka pa se provodnost smanjuje. Izmjerene vrijednosti koncentracija ukupne otopljene tvari te električne provodnosti gnojiva pripremljenih uzoraka prikazane su na slikama 3.2. i 3.3.



Slika 3.2. Promjena vrijednosti koncentracije ukupne otopljene tvari tijekom fermentacije bilja (oznaka uzoraka je objašnjena u poglavlju *2. Eksperimentalni dio* u *tablici 2.1.*)



Slika 3.3. Promjena vrijednosti električne vodljivosti uzoraka tijekom fermentacije bilja (oznaka uzoraka je objašnjena u poglavlju *2. Eksperimentalni dio* u *tablici 2.1.*)

Ispitivanjem ovih parametara pokazalo se da fermentirano suho bilje u odstajaloj vodi ima veće vrijednosti za navedene parametre u odnosu na iste kombinacije u demineraliziranoj vodi pa su se fermentacijom suhog cvijeta kamilice dobile maksimalne vrijednosti za c = 1954 mg L^{-1} i σ = 3910 μS cm^{-1}. Iz dobivenih rezultata za električnu vodljivost, vidljivo je da su vrijednosti i dalje niže od kritične vrijednosti koja iznosi 4000 μS cm^{-1} što upućuje na zaključak kako se svi uzorci mogu upotrijebiti kao gnojiva. Usporedbom vrijednosti izmjerenih za koncentracije ukupne otopljene tvari (otopljenih soli) uočava se kako su izmjerene više vrijednosti koncentracije ukupne otopljene tvari (otopljenih soli) u odstajaloj vodovodnoj vodi od onih koje su izmjerene u demineraliziranoj vodi što je logično s obzirom da je u demineraliziranoj vodi već na samom početku uklonjen određen sadržaj anorganskih soli.

3.2. SKLADIŠTENJE I NAČINI PRIMJENE PRIPREMLJENOG ORGANSKOG GNOJIVA

Nepropisnim skladištenjem organskih tekućih gnojiva dolazi do različitih kemijskih reakcija koja mogu dovesti i do pogoršanja fizičkih svojstava (boja, miris) ili kemijskih svojstava (gubitak nekog hranjiva ili njegova transformacija u manje raspoložive kemijske oblike). Gnojiva mogu predstavljati značajan izvor onečišćenja površinskih i podzemnih voda ako nisu pravilno uskladištena.[1]

U tablici 3.7. prikazana su svojstva pripremanih uzoraka gnojiva pri završetku fermentacije i nakon skladištenja u trajanju od 120 dana.

Tablica 3.7. Svojstva pripremljenih uzoraka gnojiva na kraju fermentacije te nakon perioda skladištenja od 120 dana

Uzorak	Parametri	Kraj fermentacije	Nakon skladištenja
Uzorak 1	pH	4,66	7,18
	c / mg L^{-1}	837	1157
	σ / µS cm^{-1}	1674	2310
Uzorak 2	pH	4,12	4,06
	c / mg L^{-1}	1627	1915
	σ / µS cm^{-1}	3250	3830
Uzorak 3	pH	3,94	4,68
	c / mg L^{-1}	1437	1501
	σ / µS cm^{-1}	2870	3000
Uzorak 4	pH	4,80	6,23
	c / mg L^{-1}	1207	1666
	σ / µS cm^{-1}	2410	3330
Uzorak 5	pH	4,13	4,16
	c / mg L^{-1}	1954	2110
	σ / µS cm^{-1}	3910	4210
Uzorak 6	pH	4,02	4,13
	c / mg L^{-1}	1704	1809
	σ / µS cm^{-1}	3410	3620

- oznaka uzoraka je objašnjena u poglavlju *2. Eksperimentalni dio* u *tablici 2.1.*

Tablica 3.7. pokazuje da su uzorci 4, 5 i 6 koji predstavljaju fermentaciju biljne mase u odstajaloj vodovodnoj vodi otporniji promjenama primjenskih svojstava tijekom skladištenja od uzoraka 1, 2 i 3 koji predstavljaju fermentaciju biljne mase u tehnološki pripremljenoj demineraliziranoj vodi. Tako je pokazano da uzorak 6, pripremljen

otapanjem kombinacije suhog korijena koprive i suhog cvijeta kamilice u odstajaloj vodi, zadržava najbolja svojstva nakon skladištenja, odnosno nastala su minimalna promjene od konačnih vrijednosti na kraju fermentacije.

Dobiveno tekuće organsko gnojivo može se primijeniti po cijeloj površini prskalicama u razrjeđenju 1:20, zatim pomoću traka, natapanjem površine ili injektiranjem u tlo u razrjeđenju 1:10.[21]

4. ZAKLJUČAK

- Ispitivanjem određenih parametara, kao što su pH vrijednost, koncentracija otopljenih soli te električna provodnost pokazalo se da fermentirano suho bilje u odstajaloj vodi ima veće vrijednosti za navedene parametre u odnosu na iste kombinacije u demineraliziranoj vodi pa su se fermentacijom suhog cvijeta kamilice dobile maksimalne vrijednosti koncentracije otopljenih soli (c = 1954 mg L^{-1}) i električne provodnosti (σ = 3910 μS cm^{-1}).

- Fermentacijom suhog korijena koprive u odstajaloj vodi dobila se konačna pH vrijednost 4,8 koja je, u odnosu na ostale ispitivane uzorke, najbolja za primjenu gnojiva.

- S obzirom na provedena mjerenja i dobivene rezultate, optimalnim uzorkom se pokazala kombinacija suhog korijena koprive i suhog cvijeta kamilice otopljenih u odstajaloj vodi, čime su se dobile vrijednosti pH od 4,02 i električne provodnosti 3410 μS cm^{-1}, što je i potvrđeno skladištenjem u vremenskom razdoblju od 120 dana jer je upravo taj uzorak pokazao kemijsku stabilnost i postojanost.

- S obzirom na način dobivanja tekućeg organskog gnojiva, dobiveno tekuće organsko gnojivo na bazi koprive i kamilice može se još klasificirati i kao fermentirano biljno gnojivo zbog fermentacije biljne mase koprive i kamilice.

- Pošto su alkaloidi, koji na svoju strukturu vežu dušik, dominantni biološki aktivni spojevi kod koprive, a flavonoidi, koji imaju biološke funkcije kao privlačenje insekata za oprašivanje, zaštita od štetnih insekata, virusa i gljivica, sprječavanje djelovanje različitih enzima i utjecaj na oksidacijske i redukcijske procese u stanici, dominantni biološki aktivni spojevi kod kamilice, pripravom navedenog tekućeg organskog gnojiva trebao bi se dobiti hibridni proizvod koji predstavlja bogato dušično gnojivo, botanički insekticid i antibaktericid u jednom, ali što je potrebno dodatno istražiti.

5. LITERATURA

1. *V. Pokos Nemec*, Kompostiranje i biljna gnojiva, Glasnik zaštite bilja **34** (5) (2011) 22-30.
2. *I. Šilješ, Đ. Grozdanić, I. Grgesina*, Poznavanje, uzgoj i prerada ljekovitog bilja, Školska knjiga, Zagreb (1992.)
3. URL: http://tlo-i-biljka.eu/gnojidba/Gnojiva_min_org.pdf (2.3.2018.)
4.URL:http://ljesnjak.pfos.hr/~jdanijel/literatura/ATiSBP/ATiSBP09_Fertilizacija,%20podjela%20i%20kvaliteta%20gnojiva.pdf (2.3.2018.)
5. *V. Vukadinović, V. Vukadinović*, Tlo, gnojidba i prinos, Osijek (2016.)
6. URL: https://www.mojpaket.si/gnojenje-gnojila (12.9.2018.)
7. *V. Vukadinović, B. Bertić*, Filozofija gnojidbe – sve što treba znati o gnojidbi, Studio HS Internet d.o.o., Osijek (2013.)
8. *V. Vukadinović, V. Vukadinović*, Ishrana bilja, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek (2011.)
9. URL: http://www.gnojidba.info/mikroelementi/biogeni-elementi-mikroelementi/ (3.3.2018.)
10.URL:http://www.gospodarski.hr/Controls/PrintContent.aspx?ContentType=Article&IdContent=8567 (3.3.2018.)
11. URL: http://www.orozpharm.hr/petrokemija-2/ (12.9.2018.)
12.URL:http://ljesnjak.pfos.hr/~jdanijel/literatura/ATiSBP/ATiSBP11_Organska%20gnojiva%20i%20kondicioneri.pdf (6.3.2018.)
13. *N. Parađiković*, Ljekovito i začinsko bilje, Nastavni materijal za modul Ljekovito i začinsko bilje, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek (2014.)
14.URL:http://vladimirkreca.com/vvkk/zdravlje/LJEKOVITO_BILJE_Brosura_BIOPA (28.12.2017.)
15. URL: https://www.plantea.com.hr/kopriva/ (8.1.2018.)
16. URL: http://www.horti-kultura.hr/kopriva-urtica-dioica-l/ (8.1.2018.)
17.URL:https://hirc.botanic.hr/fcd/DetaljiFrame.aspx?IdVrste=11285&taxon=Urtica+dioica+L (12.9.2018.)
18. *I. Mihovilović*, Proizvodnja i prerada ljekovitog i aromatičnog bilja, Ustanova za cjeloživotno učenje Magistra Pula
19.URL:http://vladimirkreca.com/vvkk/zdravlje/LJEKOVITO_BILJE_Brosura_BIOPA (28.12.2017.)
20.URL:https://hirc.botanic.hr/fcd/DetaljiFrame.aspx?IdVrste=6295&taxon=Chamomilla+recutita+(L.)+Rauschert (12.9.2018.)

21. *Fertilizers Europe*, Smjernice za zaštićeno i sigurno skladištenje gnojiva na poljoprivrednim gospodarstvima, Product stewardship fertilizers (2014.)