

Prednosti i nedostatci folijarne gnojidbe

Kovač, Anamaria

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:746485>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-14**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

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



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Anamaria Kovač

Prediplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Hortikultura

Prednosti i nedostatci folijarne gnojidbe

Završni rad

Osijek, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Anamaria Kovač

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Hortikultura

Prednosti i nedostaci folijarne gnojidbe

Završni rad

Osijek, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Anamaria Kovač

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Hortikultura

Prednosti i nedostatci folijarne gnojidbe

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. prof. dr. sc. Irena Jug, mentor
2. izv. prof. dr. sc. Boris Đurđević, član
3. prof. dr. sc. Danijel Jug, član

Osijek, 2019.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivrede, smjer Hortikultura

Završni rad

Anamaria Kovač

Prednosti i nedostaci folijarne gnojidbe

Sažetak: Biljke, osim korijenom, mogu usvajati hraniva i putem nadzemnih organa, najčešće preko lista (folijarno). Folijarnu gnojidbu primjenjujemo kada je onemogućeno ili smanjeno usvajanje hraniva putem korijena zbog suše, nedostatka elemenata u tlu, nedovoljno razvijenog korijena itd. Učinkovitost folijarne gnojidbe ovisi o pravilnom odabiru faze rasta biljke u kojoj se primjenjuje gnojivo, stanju usjeva i odgovarajućim meteorološkim prilikama. Folijarna gnojidba ima svoje prednosti i nedostatke. Prednosti folijarne gnojidbe su brzo usvajanje preko lista, moguća primjena s pesticidima ili hormonima rasta, adekvatna opskrbljenost biljnim hranivima neovisno o uvjetima u tlu, brže usvajanje hraniva i veća otpornost biljaka na vanjske utjecaje, bolesti i štetočine. Nedostaci folijarne gnojidbe očituju se kroz mali intenzitet prodiranja otopine gnojiva kod biljaka s debelom kutikulom, mogućnost ispiranja gnojiva kišom, brzo sušenje otopine pri visokim temperaturama, ograničenje doze gnojiva zbog nužnosti primjene niske koncentracije, veći broj aplikacija za minimalan učinak, ovisnost o veličini lisne površine te mogućnost oštećenja lista u slučajevima primjene visoke koncentracije.

Ključne riječi: folijarna gnojidba, učinkovitost folijarne gnojidbe, prednosti, nedostaci

24 stranica, 2 tablice, 6 slika, 22 literaturna navoda

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
Undergraduate university study Agriculture, course Horticulture

BSc Thesis

Anamaria Kovač

Advantages and disadvantages of foliar fertilization

Summary: Plants, other than via roots, can also uptake nutrients via aboveground organs, most often over the leaf (foliar). Foliar fertilization is applied when nutrients uptake by roots are disabled or reduced due to drought, nutrient deficiency, insufficiently developed root, etc. The efficiency of foliar fertilization depends on the proper selection of the growth phase of the plant where the fertilizer is applied, crop conditions and the appropriate meteorological conditions. Foliar fertilization has its advantages and disadvantages. The advantages of foliar fertilization are fast absorption through the leaf, possibility of application with pesticides or growth hormones, possible application with pesticides or growth hormones, adequate nutrient supply irrespective of soil conditions, faster nutrient uptakes in plant and greater plant resistance to external influences, diseases and pests. The disadvantages of foliar fertilization are manifested through a weaker penetration intensity of the fertilizer solution in plants with thick cuticle, the ability to rinse the fertilizer with rain, the rapid drying of the solution at high temperatures, the fertilizer dose limit due to the need for low concentration, and the possibility of damage to the leaf in cases of high concentration application.

Keywords: foliar fertilization, foliar fertilization efficiency, advantages, disadvantages

24 pages, 2 tables, 6 figures, 22 references

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. UTVRĐIVANJE POTREBE U GNOJIDBI	3
3. GREŠKE U GNOJIDBI	6
4. USVAJANJE HRANIVA PUTEM LISTA	8
5. FOLIJARNA GNOJIDBA	10
5.2. UTVRĐIVANJE VREMENSKOG RASPOREDA PRIMJENE FOLIJARNE GNOJIDBE	12
5.2.1. PRAVILAN ODABIR FAZE RASTA BILJKE ZA FOLIJARNU GNOJIDBU	12
5.2.2. ODGOVARAJUĆE STANJE USJEVA	13
5.2.3. ODGOVARAJUĆI METEOROLOŠKI UVJETI	13
5.3. POŽELJNA SVOJSTVA FOLIJARNIH GNOJIVA	15
5.3.1. TOPIVOST	15
5.3.2. MOLEKULARNA TEŽINA/VELIČINA	15
5.3.3. PH OTOPINE	16
5.3.4. OBLIK HRANIVA	16
5.4. VRSTA GNOJIVA ZA FOLIJARNU GNOJIDBU	16
5.4.1. DUŠIČNA GNOJIVA	16
5.4.2. FOSFORNA GNOJIVA	17
5.4.3. KALIJEVA GNOJIVA	17
5.4.4. SEKUNDARNA MAKROGNOJIVA I MIKROGNOJIVA	17
5.4.5. KRISTALONI	18
5.5. VRIJEME PRIMJENE FOLIJARNE GNOJIDBE	18
5.6. KADA JE FOLIJARNA GNOJIDBA PRVI IZBOR?	19
6. PREDNOSTI I NEDOSTACI FOLIJARNE GNOJIDBE	20
6.1. PREDNOSTI FOLIJARNE GNOJIDBE	20
6.2. NEDOSTACI FOLIJARNE GNOJIDBE	21
7. ZAKLJUČAK	23
8. POPIS LITERATURE	24

1. UVOD

Gnojidba je agrotehnička mjera kojoj je osnovni cilj povećanje produktivnosti tla i postizanje visokih i stabilnih prinosa (Vukadinović i Bertić, 2013.). Uočavanje značaja gnojidbe odnosno opskrbe biljaka neophodnim hranivima datira još iz 19. stoljeća. Prema Vukadinović i Vukadinović (2011.) osnovni princip gnojidbe je primjena potrebnog hraniva i njegove adekvatne doze, u pravo vrijeme i na pravo mjesto uz pravu cijenu. Čovjek je za potrebe proizvodnje hrane dio spontane biosfere pretvorio u agrosferu koja ima prilagođene ekosustave intenzivnoj poljoprivrednoj proizvodnji. Zbog poljoprivredne proizvodnje postalo je važno održavati ravnotežu u agroekosustavima, što je moguće održati primjenom odgovarajućih agrotehničkih mjera. Samo poimanje održavanja ravnoteže upućuje na složenost gnojidbe. Značaj gnojidbe prepoznat je na svim razinama biljne proizvodnje, pa tako i u zakonodavstvu, gdje je istaknuta razlika između konvencionalne, integralne i ekološke poljoprivrede koje se, između ostalog, razlikuju i po vrsti gnojiva koji se primjenjuje i sustavu zaštite usjeva koji može biti biološki, biotehnički, kemijski, fizikalni, itd.

Gnojidba utječe na: visinu, kvalitetu i stabilnost prinosa, plodnost tla, onečišćenje okoliša, kruženje hraniva, isplativost i održivost proizvodnje. Kako bi gnojidba bila uspješna i ispunila svoj osnovni cilj - osigurati usjevima ishranu biogenim elementima, vrlo je važno poznavati količinu biljci raspoloživih hraniva kao i potrebu biljne vrste za određenim elementom. Na ovaj način omogućena je kvalitetna procjena doze gnojiva uz prihvatljiv rizik od ekološkog opterećenja okoliša.

Osnovna funkcija korijena kod biljaka je usvajanje vode, a samim tim i u vodi otopljene mineralne tvari, odnosno biljna hraniva. Biljke mogu usvajati vodu i hranjive tvari i putem listova koje ima važnu ulogu u trofičkoj sposobnosti biljaka zbog procesa fotosinteze (koju obavljaju i drugi zeleni dijelovi biljaka) i transpiracije (gubitka vode u obliku pare). Prema brojnim istraživanjima, nije uočena značajna razlika u usvajanju mineralnih elemenata listom ili korijenom, a razlike koje se pojavljuju, rezultat su drugačije anatomske građe lista i korijena (Marchner, 1995.). Premještanje elemenata u biljci usvojenih preko lista značajno se razlikuje od usvajanja istih preko korijena i ovisi o njihovoj pokretljivosti. Pokretljivost elemenata usvojenih putem lista ima praktičan značaj za primjenu folijarne gnojidbe.

Prema Jug (2013.) folijarna aplikacija gnojiva je najbrži način opskrbe biljaka hranjivim elementima, ali ne nužno i najbolji, jer omogućuje najučinkovitiji način eliminacije deficita pojedinih elemenata, ali sadrži niz tehničkih i biološko-fizioloških specifičnosti.

Cilj ovog rada je prikazati sve prednosti i nedostatke folijarne gnojidbe u ratarskoj i hortikulturalnoj proizvodnji.

2. UTVRĐIVANJE POTREBE U GNOJIDBI

Poznavanje raspoložive količine hraniva potrebne biljkama kao i potrebe biljaka za elementima ishrane pruža uvid u kvalitetnu procjenu doze gnojiva uz maksimalno smanjen rizik od onečišćenja okoliša.

Većina hraniva koja se nalaze u tlu pripadaju skupini rezervnih hraniva, koja su biljci uglavnom nepristupačna zbog svoje slabe pokretljivosti ili zbog oblika u kojem se nalaze. Raspoloživa su ona hraniva koja se nalaze u biljkama pristupačnom obliku ili mogu preći u oblik u kojem ga biljke mogu usvojiti. Da bi hraniva u tlu mogla biti usvojena od strane biljke, moraju se nalaziti u zoni korijenovog sustava. Za utvrđivanje raspoloživosti hraniva koriste se različite metode kao što su kemijska analiza tla i biljaka, mikrobiološke metode, poljski pokusi, pokusi u nadziranim uvjetima i druge metode. Svaka od navedenih metoda daje objektivni uvid u utvrđivanje potreba za gnojidbom. Na temelju znanstveno-stručnih spoznaja o raspoloživosti hraniva, fiziološkim potrebama biljaka, ekonomičnosti biljne proizvodnje te intenzitetu djelovanja pojedinog agroekološkog čimbenika, određuje se doza gnojiva, njegova vrsta i kemijski oblik hraniva, vrijeme primjene i načina gnojidbe.

Kemijska analiza tla (slika 1.) je temelj izrade pravilne gnojidbene preporuke a karakterizira je primjena različitih ekstraktivnih metoda pomoću kojih se mogu dobiti podaci koji opisuju analiziranu proizvodnu površinu. Nedostatak kemijske analize tla je u tome što ponekad metode nisu pravilno kalibrirane za određene agroekološke uvjete. Ujedno, ukoliko se radi o trajnim nasadima, analiza tla nije jedini indikator moguće opskrbljenosti biljaka s pojedinom hranivima već ju je nužno nadopuniti kemijskom analizom biljaka kao i vizualnom dijagnostikom.

Kemijskom analizom biljne tvari utvrđuje se količina biogenih elemenata koju je biljka usvojila u određenoj vegetacijskoj fazi. Sadržaj biogenih elemenata ovisi o intenzitetu procesa njihovog usvajanja i sinteze organske tvari. Kemijska analiza biljaka obuhvaća niz različitih metoda: od brzih testova do kemijskih i biokemijskih postupaka analize pojedinih dijelova biljaka. Najčešće se koristi folijarna analiza koja podrazumijeva analizu cijele biljke (ranije fenološke faze) ili dijelova biljke (u kasnijim fenofazama). Kod folijarne analize od iznimne je

važnosti vrijeme i način uzorkovanja biljnog materijala, što ovisi o kulturi koja se uzorkuje kao i o vegetativnom porastu.



Slika 1. Kemijska analiza tla

(izvor: <https://www.agroklub.com>)

Nedostatak folijarne analize je taj što dobiveni rezultati analize ne pružaju uvid u potrebne doze gnojiva uz uvažavanje potreba usjeva, već daju uvid u trenutnu opskrbljenost biljke određenim biogenim elementima.

Biokemijske metode utvrđuju razinu opskrbljenosti biljaka hranivima mjerenjem promjene aktivnosti pojedinih enzima. Često se koristi utvrđivanje aktivnosti nitratne reduktaze (NR) koja je tipičan supstratno inducirani enzim (Vukadinović i Vukadinović, 2011.). Metoda nema široku primjenu zbog jakog utjecaja ekoloških čimbenika kao što su promjena osvjeteljenja i temperature.



Slika 2. Reflectoquant

(izvor: <https://www.amcecuador.com>)

Brze test-metode temelje se na karakterističnim obojenjima na temelju specifičnih mikrokemijskih reakcija hraniva na ispitivanom biljnom soku (npr. određivanje nitrata pomoću Reflectoquant-a, specijaliziranog uređaja za mjerenje koncentracije nitrata koji se obavlja pomoću testnih trakica koje imaju dvije reakcijske zone koje sadrže reagense za redukciju nitrata do nitrita s Griessovim reagensom, (Đurđević, 2014.). (Slika 2.).

Brze kemijske metode su polukvantitativne i dobiveni rezultati su orijentacijski što uvelike olakšava uočavanje pojave prvih simptoma nedostatka ili suviška određenog kemijskog elementa. U današnje vrijeme upotrebljavaju se sve više specijalni štapići ili trake koje navlažene biljnih sokom pokazuju nijansu ili više nijansi (više kemijskih reakcija) određene boje. Koncentracija hraniva određuje se polukvantitativno prema nijansama boja na standardnim kartama boja.

Prema Kordić (2017.) ove metode su brze, jeftine i prikladne za primjenu na terenu, što omogućava kod prve pojave simptoma nedostataka brzu reakciju ili utvrđivanje potrebe za folijarnom gnojdbom.

3. GREŠKE U GNOJIDBI

Pogrešnom gnojidbom smatramo svaku gnojidbu koja rezultira nedostatnom ili prekomjenom količinom raspoloživih hraniva. Iako to nije potpuna definicija jer je gnojidba kojom postizemo ili održavamo dostatnu raspoloživost hraniva pogrešna ako smo utrošili neodgovarajuću vrstu ili prekomjernu količinu gnojiva.

Gnojidba napamet bez analize tla je neodgovarajuće rješenje u poljoprivrednoj praksi. Na plodnim tlima gnojidba će često biti suvišna ili nepotrebna, dok na siromašnim tlima neće biti dovoljno hraniva.

Zanemarivanje gnojidbe osnovnim hranivima podrazumijeva najčešće izostanak gnojiva s fosforom i kalijem. Na plodnim tlima će se rijetko vidjeti posljedice zanemarivanja, dok na srednje plodnim i siromašnim tlima će posljedice biti vidljive, posebice u nepovoljnim uvjetima.

Zanemarivanje osnovnih principa održavanja plodnosti tla je česta pojava kod proizvođača koji ne povezuju princip održavanja plodnosti tla i gnojidbu. Česta je pojava zanemarivanje pH reakcije tla posebice kada se radi o niskim vrijednostima koje bi, u slučaju kada je hidrolitička kiselost veća od 4 cmol kg^{-1} , se riješile kalcizacijom. Primjenom kalcizacije povećava se količina biljkama raspoloživog fosfora i drugih makroelemenata, iako postoje i negativni efekti kao što su ubrzana oksidacija organske tvari i nemogućnost usvajanja mikroelemenata. Unošenje organske tvari u tlo spada u složenije agrotehničke mjere, ali postoji veća neizravna dobit u obliku povećane raspoloživosti hraniva i manje potrebe za unošenjem mineralnih gnojiva.

Zanemarivanje gnojidbe sekundarnim hranivima (Ca, Mg, S) može dovesti do nedostatka navedenih elemenata, i to kalcija i magnezija na kiselim tlima, a sumpora na alkalnim tlima. U praksi se kalcij redovito unosi u tlo primjenom KAN-a, norveške salitre i drugih gnojiva. Magnezij se još nalazi u pojedinačnim kalijevim gnojivima, dok se sumpor nalazi u anionskom sulfatnom obliku u NPK gnojivima, amonijevom sulfonitratu, trostrukom superfosfatu i u kalijevim gnojivima.

Zanemarivanje gnojidbe mikroelementima (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo) je najčešće problem zbog toga što u tlima ima dostatna količina mikroelemenata, ali u određenim uvjetima nisu pristupačni. Veliki značaj rješavanja nedostatka mikroelemenata ima organska gnojidba i folijarna gnojidba. Folijarna gnojidba je od velike važnosti u uvjetima kada svojstva tla onemogućuju učinkovito povećanje raspoloživosti mikroelemenata aplikacijom gnojiva u tlo.

Prekomjerna ili nepotrebna gnojidba posljedica je gnojidbe bez analize tla (gnojidbe napamet), krivog tumačenja rezultata analize tla te nestrpljivost proizvođača za postupnim podizanjem razine raspoloživosti hraniva do optimalne.

Pogrešna aplikacija gnojiva je značajna pogreška. Raspodjeljivanje organskih gnojiva u tlo dovodi do gubitka dušika, a slično rezultira i preplitka aplikacija organskih gnojiva i tekućeg amonijaka. Folijarna aplikacija može biti pogrešna zbog toplog sunčanog dana ili aplikacijom previsoke koncentracije gnojiva što može rezultirati opeklinama na listovima. Dubina aplikacije mineralnih gnojiva može biti pogrešna zbog suhog tla i smanjenog usvajanja hraniva ili zbog potencijalnog solnog udara. Polaganje granula mineralnog gnojiva preblizu sjemena može biti toksična za mlade biljke. Najbolja je dublja aplikacija gnojiva jer rezultira akumulacijom u slojevima koji duže zadržavaju dovoljno vlažnosti da biljka može usvajati hraniva.

Pogrešna interpretacija analiza ili preporuka gnojidbe rezultira krivom gnojidbom zbog nedostatka podataka o pH reakciji i humoznosti. Unošenjem vodotopivih fosfornih gnojiva u kiselu tla dolazi do fiksacije fosfata. Za unošenje kalija bitno je poznavati teksturu tla, bez procjene teksture može doći do povećane raspoloživosti na laganim tlima ili do fiksacije kalija na teškim glinovitim tlima.

Neodgovarajuće gnojivo s obzirom na potrebnu gnojidbu ili svojstva tla ostavlja nepotreban ili neučinkovit trošak, može biti smanjena učinkovitost hraniva ili gubitak hraniva, a može biti i kombinacija navedenih posljedica.

Nedovoljna gnojidba s obzirom na gubitak hraniva je u svim proizvodnim situacijama u kojima je izvjestan gubitak hraniva, tada se zahtjeva nadoknada izgubljenih hraniva, zbog

optimalne raspoloživosti izgubljenih hraniva u potrebnom dijelu vegetacije ili zbog toga što ne smije doći do osiromašivanja i degradacije tla.

4. USVAJANJE HRANIVA PUTEM LISTA

Usvajanje hraniva povezuje se s više različitih procesa: prava difuzija, prolaženje kroz otvore na membrani, difuzija uslijed otapanja u lipidnom dijelu membrane, olakšana difuzija, zamjenjiva difuzija, aktivno usvajanje i pinocitoza. Premda je usvajanje hraniva i vode osnovna funkcija korijena, usvajanje se također može obavljati i preko lišća. Lišće je jako bitno u ishrani bilja zbog obavljanja procesa fotosinteze i transpiracije.



Slika 3. Poprečni presjek lista
(izvor: <https://mikrosvijet.wordpress.com>)

Kutikula (slika 3.) prekriva lišće na kojem se nalazi veliki broj puči, a stanice spužvastog i palisadnog parenhima sadrže kloroplastne pigmente koji sudjeluju u procesu fotosinteze. Puči

prosječno zauzimaju 2 % površine lista i kroz tako male otvore tekućine teško ulaze zbog površinskog napona, a uz to vlaženje stanica zapornica smanjuje ulazni otvor puči. Zbog toga se vjerojatno mineralne tvari preko lista usvajaju kroz kutikulu i epidermalne stanice, stanice zapornice puči i dlačice na listu. Kutikula ima ulogu zaštite od UV zračenja, dehidracije, prašine, mikroorganizama i drugih atmosferskih zagađivača. Sastav i struktura kutikule utječu na njezinu propustljivost, zbog toga kutikula predstavlja prepreku znatnijem usvajanju. Građena je od matriksa koji čini kutin u kojem se nalazi kutikularni vosak, a na površini se nalazi sloj hidrofobnog epikutilarnog voska sličnog sastava. Kutikula se veže pektinom za stanični zid i u nju urastaju celulozne fibrile staničnog zida. Debljina kutikule ovisi o biljnoj vrsti, pa njezina propustljivost ovisi o hidraciji koja bubrenjem proširuje postojeće pore u njoj. Oosterhuis (2009.) smatra da je kutikula ograničavajući čimbenik za brzinu cjelokupnog procesa usvajanja hraniva folijarnim putem.

Stanična stijenka posjeduje celulozu i kemicelulozu te veliki broj mikropora (interfibrilarni prostori celuloznih lanaca) čime ne predstavlja veću prepreku pronalaženju otopljenih tvari u vodi već predstavlja prividno slobodan prostor analogno korijenu (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

Usvajanju potpomažu ektodezme koje su smještene na vanjskom zidu epidermalnih stanica. Ektodezme nisu plazmatične građe, već je to sustav pora u celuloznoj građi stanične stijenke. Hranjive tvari su usvojene listom kada prođu kroz plazmalemu. Translokacija elemenata usvojenih listom ovisi o pokretljivosti elemenata u floemu (descendentni smjer kretanja) te poznavanje njihove pokretljivosti predstavlja velik značaj za primjenu folijarne gnojidbe. S obzirom na mogućnost premještanja elemenata usvojenih listom, elemente dijelimo u tri skupine: pokretljivi (dušik, kalij, natrij, magnezij, fosfor, sumpor i klor), osrednje pokretljivi elemente (željezo, mangan, cink, bakar i molibden) i teško pokretljivi (kalcij i bor).

5. FOLIJARNA GNOJIDBA

Folijarna gnojidba (slika 4.) je tehnika gnojidbe usjeva putem lista ili drugih nadzemnih dijelova biljke. Biljke su sposobne apsorbirati esencijalne elemente biljne ishrane kroz puči i epidermu lista. Folijarna gnojidba je prikladna za primjenu manjih količina gnojiva, osobito mikroelemenata. Folijarna gnojidba zapravo je dodatna gnojidba (prihrana) te ne predstavlja zamjenu za gnojidbu usjeva putem tla, dakle preko korijena, jer su potrebe biljaka za hranivima (tu se prvenstveno misli na makroelemente dušik, fosfor i kalij) najčešće veće od koncentracija koje podnosi lišće, pa bi trebalo vrlo često primjenjivati folijarni sprej što nije niti praktično, a niti financijski isplativo.



Slika 4. Folijarna gnojidba

(izvor: <http://www.vitafer.pl>)

Folijarnom gnojidbom se može obaviti nadoknada dijela hraniva čija količina u oraničnom sloju tla nije dostatna odnosno u uvjetima suše kada biljka ne može usvajati hraniva zbog deficita vode ili zbog nepovoljnih agrokemijskih svojstava tla (Fageria i sur., 2009.). Nemogućnost usvajanja elemenata iz tla mogu uzrokovati i loši vremenski uvjeti, siromašna tla, slab razvoj korijenovog sustava, ispiranje hraniva, loša lokalizacija gnojiva, premalo

usvajanje hraniva korijenom u vrijeme razmnožavanja ili intenzivnog rasta usjeva te previsoka ili preniska pH vrijednost tla.

U posljednjih nekoliko desetljeća, folijarna gnojidba predstavlja vrlo važan segment u biljnoj proizvodnji posebice u hortikulturi. To je trenutno jedna od najučinkovitijih metoda opskrbe biljaka hraniva tijekom vegetacije kada je onemogućeno usvajanje hraniva iz tla putem korijena. Prema Fernandez i sur. (2013.) folijarna gnojidba predstavlja važan alat za održivo i produktivno gospodarenje usjevima.

Mehanizam folijarne gnojidbe se odvija na slijedeći način:

- kako bi hranivo aplicirano putem folijarne gnojidbe bilo iskorišteno za rast biljke, nužna je mogućnost ulaska hraniva u citoplazmu stanice
- prije ulaska u citoplazmu stanice lista, folijarni sprej mora prodrijeti kroz kutikulu i stijenku epidermalne stanice lista
- U trenutku kada je omogućena penetracija spreja u kojem se nalaze hraniva, apsorpcija nutrijenata listom je slična apsorpciji korijenom

Prema Basavaraj i Chetan (2018.) folijarnom gnojdbom nije moguće zamjeniti konvencionalnu gnojdbu (putem tla) jer je opskrbljenost usjeva makroelementima (posebice dušikom, fosforom i kalijem) učinkovitije i ekonomičnije ukoliko se obavlja na konvencionalan način, odnosno putem tla. Isti autori navode kako je folijarna gnojidba izvrstan odabir kod gnojdbu usjeva sa sekundarnim hranivima (kalcijem, magnezijem i sumporom) kao i kod gnojdbu mikroelementima (cinkom, željezom, bakrom, borom, manganom i molibdenom). Folijarna aplikacija mikroelemenata i sekundarnih hraniva koristi se kada se primjete simptomi nedostataka nekog elementa, a vrlo rijetko preventivno. Optimalno je utvrditi analizom lista koncentracije hraniva prije nego se pojave simptomi nedostataka, te onda folijarno aplicirati hraniva.

Folijarna gnojidba se primjenjuje u fazama rasta biljaka u kojima dolazi do smanjenja stope fotosinteze i izjednačavanja rasta korijena i apsorpcije hranjivih tvari pri translokaciji hranjivih tvari u sjeme, plod, gomolj ili neki od vegetativnih dijelova biljke. Osim toga, folijarna gnojidba može biti učinkovita u predreproduktivnim fazama rasta, kompenzirajući

nepovoljne uvjete rasta uzrokovane abiotskim stresom i / ili slabe dostupnosti hranjivih tvari. Rana folijarna primjena može poboljšati usjev, bilo stimuliranjem snažnijeg ponovnog rasta ili maksimiziranjem razdoblja faze rasta potencijalnog prinosa.

Prednosti folijarne gnojidbe u postizanju željene reakcije usjeva su dvostruke:

1. učinkovita i pravovremena primjena potrebnih biljnih hraniva
2. kompenzacija nedostataka hraniva u tlu ili okolišu.

5.2. Utvrđivanje vremenskog rasporeda primjene folijarne gnojidbe

Vremenski raspored folijarnih aplikacija, ovisno o fazi rasta i razvoja biljke, može biti kritičan u odnosu na optimalnu učinkovitost folijarnog tretmana te mu treba posvetiti više pozornosti. Tijekom vegetacije biljka ima različite zahtjeve za pojedinim hranivima što utječe i na variranje količine hraniva s obzirom na fazu rasta i razvoja biljke. Razvoj plodova stvara značajno „opterećenje“ za biljke zbog velike potrebe za makroelementima, posebice dušikom, fosforom i kalijem. Vrlo često, pri nepovoljnim uvjetima u tlu, nije moguća opskrba biljaka hranivima iz više razloga (nedostatna količina hraniva u tlu, nedovoljno razvijen korijenov sustav koji onemogućuje usvajanje hraniva, nepovoljna agrokemijska svojstva tla, itd.). Prema Miller i Wert (1979.) vrijeme primjene gnojiva se općenito smatra kritičnim za njegovu učinkovitost.

5.2.1. *Pravilan odabir faze rasta biljke za folijarnu gnojidbu*

Pravilan odabir faze rasta u kojoj će se obaviti folijarna gnojidba predstavlja jedan od najkritičnijih aspekata folijarne gnojidbe. Pravovremenom primjenom folijarnih gnojiva osiguravamo biljci sve potrebne nutrijente kako bi krajnji rezultat bio stabilan, kvalitetan i visoki prinos. Višestruka primjena folijarnih gnojiva niske koncentracije aktivne tvari često rezultiraju najpovoljnijom reakcijom biljaka. Za ostvarivanje pozitivnih rezultata nužno je pažljivo praćenje rasta i razvoja usjeva na tjednoj, a ponekad i na dnevnoj bazi (Patil i Chetan, 2018.).

Od iznimne je važnosti primjeniti sveobuhvatni program analize biljnog materijala koji je nužan kako bi se utvrdila količina i vrsta hraniva koja ograničava rast usjeva.

5.2.2. Odgovarajuće stanje usjeva

Općenito govoreći, zdravi usjevi najčešće pozitivno reagiraju na folijarnu gnojdbu. Ovakva reakcija usjeva uvjetovana je boljom kvalitetom biljnog tkiva (koja omogućuje maksimalnu apsorpciju hranjivih tvari u listu i stabljici) i boljeg vigora (omogućujući brzo prenošenje hranjivih tvari u ostale dijelove biljke). Usjevi koji su pod toplinskim ili vodenim stresom pokazuju slabiju reakciju na folijarnu gnojdbu zbog smanjene apsorpcije hranjivih tvari i / ili slabog vigora biljke.

Oporavak usjeva od stresa izazvanog herbicidima ili hladnoćom, može se ubrzati s odgovarajućom folijarnom gnojidbom. Patil i Chetan, (2018.) ističu kako je zabilježen dobar oporavak kukuruza od šteta izazvanih laganom do umjerenom tučom, u uvjetima kada je folijarno primjenjena otopina dušika i sumpora. Međutim, u većini uvjeta, zbog praktičnih i ekonomskih ograničenja količine hranjivih tvari koje se mogu folijarno primijeniti kako bi postigli željene rezultate u rastu i razvoju usjeva, folijarna gnojdba ima ograničenu sposobnost djelovanja na oporavak usjeva.

5.2.3. Odgovarajući meteorološki uvjeti

Abiotski čimbenici, kao što su temperatura, vlažnost i brzina vjetra te doba dana, utječu na fizikalne i biološke aspekte folijarne gnojdbu (tablica 1.).

Tablica 1. Meteorološki uvjeti atmosfere koji pogoduju folijarnoj gnojidbi usjeva

Vrijeme u danu	Navečer – nakon 18.00 h, Ujutro – prije 9.00 h
Temperatura zraka	18-19°C (idealna temperatura je 21°C)
Relativna vlažnost zraka	Veća od 70 %
Brzina vjetra	Manje od 8 km/h
Oborine	Unutar 24 do 48 sati nakon primjene folijarne gnojidbe može doći do smanjenja učinkovitost primjene gnojiva

Izvor: Alshaal i El-Ramady, (2017.)

Propusnost biljnog tkiva važan je čimbenik u apsorpciji hranjivih tvari u biljci. Topli, vlažni i stabilni vremenski uvjeti pogoduju povećanoj propusnosti tkiva, a najčešće su prisutni u kasnim večernjim satima, a povremeno i u ranim jutarnjim satima.

Rata apsorpcije elemenata biljne ishrane u biljno tkivo putem folijarne gnojidbe prikazana je u tablici 2.

Tablica 2. Stopa apsorpcije elemenata biljne ishrane u biljno tkivo

<i>Hranivo</i>	<i>Vrijeme sorpcije (50 %)</i>
dušik (Urea)	½ do 2 sata
fosfor	5-10 dana
kalij	10 – 24 h
kalcij	1-2 dana
magnezij	2-5 dana
sumpor	8 dana
cink	1-2 dana
mangan	1-2 dana
željezo	10-20 dana
molibden	10-20 dana

Izvor: Alshaal i El-Ramady (2017.)

5.3. Poželjna svojstva folijarnih gnojiva

5.3.1. Topivost

Folijarno gnojivo treba biti topivo u vodi i sadržavati kemijski aktivnu komponentu kao što su soli, kelati ili kompleksne mineralne hranjive tvari.

5.3.2. Molekularna težina/veličina

Folijarna gnojiva moraju imati malu molekularnu težinu ili njihove molekule moraju biti malih dimenzija kako bi što lakše prodrijeli kroz kutikulu lista.

5.3.3. pH otopine

pH vrijednost otopine za folijarnu gnojidbu treba biti prilagođena aktivnosti hranjivih tvari i kako bi se spriječila pojava ožegotina na biljnom tkivu.

5.3.4. Oblik hraniva

Ovisno o obliku u kojem se pojedini element nalazi u gnojivu, ovisit će i brzina njegovog usvajanja. Tako se amonijski oblik dušika apliciran folijarno lakše i brže usvaja od nitratnog oblika. Urea se najbrže i najjače usvaja u odnosu na ostala anorganska dušična gnojiva. KCl je fiziološki kiselo gnojivo čija primjena je prikladna za gnojidbu putem tla, ali ne i folijarno zbog brze kristalizacije na površini lista.

5.4. Vrsta gnojiva za folijarnu gnojidbu

Nisu sva gnojiva prikladna za gnojidbu putem lista. Primarni cilj folijarne gnojidbe je omogućiti maksimalnu apsorpciju hranjivih tvari u biljno tkivo te prema tome, formulacije folijarnih gnojiva trebaju zadovoljiti određene standarde kako bi se smanjilo oštećenje lišća.

Gnojiva koja su pogodna za folijarnu gnojidbu trebaju zadovoljavati slijedeće kriterije:

- nizak indeks soli: štete na biljnim stanicama uslijed visokih koncentracija soli mogu biti znatne, posebno od primjene nitrata (NO_3^-) i klorida (Cl^-).
- visoka topljivost: potrebno za smanjenje volumena otopine potrebne za aplikaciju gnojiva.
- visoka čistoća: potrebno za uklanjanje smetnji pri raspršivanju, kompatibilnosti otopina ili neočekivanim štetnim učincima na lišće

5.4.1. Dušična gnojiva

Urea je najprikladniji izvor dušika za folijarnu gnojidbu, zbog niskog indeksa soli i visoke topljivosti u usporedbi s drugim dušičnim gnojivima. Utvrđeno je da urea stimulira apsorpciju

drugih hranjivih tvari povećanjem propusnosti tkiva lista. Međutim, koncentracija uree primjenjivane folijarno ne bi trebala prelaziti 0,2 % biureta kako bi se umanjile moguće nuspojave kao što su opekotine na listu. Drugi izvori dušika mogu se dobiti iz amonijevih polifosfata, amonijskog orto-fosfata (tekućeg), amonijevog tiosulfata (12-0-0-26S) i tekućeg amonijevog sulfata (8-0-0-9S). Ukoliko se ova gnojiva koriste u niskim koncentracijama predstavljaju odličan dodatni izvor dušika bez neželjenih nuspojava. Vrlo je značajna primjena i UAN-a (kombinacije uree + amonijevog nitrata + vode) tekućeg dušičnog gnojiva s 30 % N u folijarnoj gnojidbi (čist, razrijeđen ili pomiješan s pesticidima i mikroelementima). Zbog moguće pojave opekline na listovima pri folijarnoj aplikaciji, nužno je gnojidbu provoditi po oblačnom vremenu i u fenološkoj fazi brzog vegetativnog porasta zbog brze regeneracije asimilacijske površine.

5.4.2. Fosforna gnojiva

Pokazalo se da kombinacija poli i orto-fosfata ublažava opekline listova i pomaže u apsorpciji fosfata putem lista. Drugo, prednost polifosfata može biti i zbog istovremene opskrbe biljaka s orto i polifosfatom.

5.4.3. Kalijeva gnojiva

Ovisno o dostupnosti, kalijev polifosfat je izvrstan izvor niskog indeksa soli visoko topljivog kalija. Prikladan je i kalijev sulfat koji ima nizak indeks soli, ali prilično nisku topljivost. Izvori kalijevog hidroksida, kalijevog nitrata i kalijevog tiosulfata kombiniraju i nizak indeks soli i visoke karakteristike topljivosti.

5.4.4. Sekundarna makrognojiva i mikrognojiva

Folijarna primjena ovih hranjivih tvari (sekundarna: kalcij, magnezij i sumpor; mikronutrijenti: cink, mangan, željezo, bakar, bor i molibden) mogu biti vrlo učinkoviti, ali zbog poteškoća povezanih s apsorpcijom i translokacijom u tkiva lista nekih od tih hranjivih tvari (osobito kalcij, magnezij, željezo, bor i molibden), odabir gnojiva koje sadrže navedena hraniva postaje vrlo kritičan. Pokazalo se da su izvori kelata, iako vrijedni za primjenu u tlu,

općenito nepovoljni za folijarnu primjenu, jer većina kelatnih agensa ima preveliku molekularnu veličinu da bi se učinkovito apsorbirala u listno tkivo. Pokazalo se da organski kelatni agensi (uključujući limunsku i jabučnu kiselinu, aminokiseline, fenolne kiseline, glukohheptonat i glukozilgicin) pojačavaju folijarnu apsorpciju sekundarnih makronutrijenata i mikronutrijenata.

5.4.5. Kristaloni

Kristaloni su zbirno ime posebne vrste gnojiva koja su u potpunosti topljiva u vodi. Najčešće se koriste u hortikulturi uz fertigaciju ili kao folijarna gnojiva. Često sadrže mikroelemente i hormone rasta, mogu se primjenjivati i za gnojidbu voća, usjeva, povrća i cvijeća na otvorenom ili u kontroliranim uvjetima, uz navodnjavanje kap po kap, orošavanje, prskanje ili neki drugi sustav.

Kristaloni se najčešće primjenjuju u visokoprofitabilnim proizvodnjama kao što su voće, povrće, cvijeće, vinova loza i zahtjeva posebnu tehnologiju. Mogu se primjenjivati u kombinaciji sa zaštitnim sredstvima. Ubrajaju se u brzodjelujuća gnojiva, a njihova formulacija naglašava se bojama (Kristalon orange – 6:12:36, Kristalon white 15:5:30, Kristalon red – 12:12:36 itd.) radi lakšeg raspoznavanja.

5.5. Vrijeme primjene folijarne gnojidbe

Folijarnu gnojidbu treba provoditi na biljkama koje nisu izložene stresnim uvjetima, u ranim jutarnjim satima ili kasnim poslijepodnevним satima kako bi se izbjegla mogućnost pojave opekotina na listovima. Razlog pojave opekline nije uvijek u toksičnom djelovanju gnojiva, već u visokoj osmotskoj vrijednosti preparata koji djeluje kao hipertonična otopina što znači da izvlači vodu iz lista (pojava plazmolize) čime se narušava ionska bilanca u protoplazmi. Posljedica takvog stanja je pojava opekline, a zatim i nekroze. Problem oštećenja lista može se ublažiti dodatkom tvari za povećanje osmotske vrijednosti lišća u tekuće gnojivo (npr. saharoze).

Folijarnu gnojidbu bi trebalo provoditi za vrijeme hladnijih i vlažnijih sati u danima bez jakog vjetra. Prije aplikacije poželjno je tjedan dana prije izvesti pokusnu gnojidbu na manjoj površini kako bi se ispitala fitotoksičnost ili mogućnost nuspojava.

5.6. Kada je folijarna gnojidba prvi izbor?

Folijarna gnojidba bi trebala biti prvi izbor u slijedećim situacijama:

- a) kada je akropetalni transport (od korijena prema vrhu biljke) elemenata ishrane limitiran nekim od abiotских stresova (nizak pH, suša, visoka relativna vlaga zraka, visoki pH, prisustvo karbonata u tlu, itd.)
- b) kada je problem usvajanja hraniva korijenom ograničen zbog različitih razloga, folijarna prihrana je alternativa za nadoknadu hraniva
- c) kada je izražena potreba za primjenom pesticida i/ili hormona rasta
- d) u slučaju oštećenja korijena

6. PREDNOSTI I NEDOSTACI FOLIJARNE GNOJIDBE

Prema Vukadinović i Bertić (2013.) folijarna gnojidba predstavlja prihranu jer je prema istim autorima nemoguće zadovoljiti ukupne potrebe biljaka za makrohranivima. Biljna hraniva je kod folijarne gnojidbe potrebno dodavati u nekoliko navrata, a zbog niske koncentracije otopine kojom se biljke tretiraju potrebna je iznimno velika količina vode. Folijarna gnojidba je vrlo učinkovita u uvjetima kada je potrebno riješiti nedostatak pojedinih elemenata tijekom vegetacijskog perioda jer je usvajanje putem lista brže i učinkovitije od usvajanje hraniva korijenom. U teoriji, prema Eibner (1986.) folijarna gnojidba je gnojidba s najboljom učinkovitošću, ali da bi se to u praksi ostvarilo potrebno je provesti brojna istraživanja.

6.1. Prednosti folijarne gnojidbe

Prskanje usjeva tekućim gnojivima omogućuje ravnomjerno doziranje i maksimalnu učinkovitost zbog brzog usvajanja hraniva putem lista. Efikasnost tekućih gnojiva je identična konvencionalnim mineralnim gnojivima uz prednost u pogledu preciznijeg doziranja i mogućnosti aplikacije zajedno sa zaštitnim sredstvima tijekom vegetacije. Folijarna gnojidba može se provoditi zajedno s pesticidima ili hormonima rasta, što smanjenjuje broj aplikacija, proširuje spektar djelovanja, štedi vrijeme i financijska sredstava.

Prednost folijarne gnojidbe je i u tome što za vrijeme sušnih razdoblja biljke mogu ostvariti svoj genetski potencijal jer u uvjetima suše hraniva u tlu nisu pokretna ili su slabo pokretna, što rezultira slabijim prinosom i slabijom kvalitetom uroda. Prema Alexander (1986.) primjena folijarne gnojidbe u sušnom periodu može pružiti naročito impresivne rezultate.

Folijarna gnojiva ne ovise o adsorpcijskoj sposobnosti tla, o teksturi ni strukturi tla, pH reakciji, količini vode u tlu, temperaturi tla, kao ni o mikrobiološkoj aktivnosti tla.

Efekti folijarne gnojidbe su brzo vidljivi, u svega nekoliko dana biljke dobivaju intenzivno zelenu boju, njihov habitus se povećava, ubzano je stvaranje genetskog materijala, potiče se razvoj korijenovog sustava pa su i hraniva u tlu bolje iskorištena.

Biljke tretirane folijarnom gnojdbom postaju otpornije na nepovoljne vremenske uvjete, razne bolesti, napade štetočina, fitopatogene i drugo.

Prema Bogović (2017.) folijarna gnojidba može se primijeniti u točno određenoj fazi razvoja i osigurati najbolji mogući prinos. U takvim kritičnim situacijama s relativno niskim koncentracijama gnojdbi poboljšava odvijanje fizioloških procesa u biljci, osigurava optimalan razvoj i značajno doprinosi količini i kvaliteti proizvoda.

Folijarni unos hraniva odvija se puno brže nego unos putem korijena, stoga je folijarna gnojidba najbolja metoda kada treba nadoknaditi pojedini deficit hraniva u biljci.

6.2. Nedostaci folijarne gnojidbe

Upotreba folijarnih gnojiva često nije opravdana kod većine usjeva zbog slabog učinka ili pre male količine aktivne tvari, koja se može primijeniti putem lista a da istovremeno nije nastala ozljeda biljnog tkiva kao što su opekotine (slika 5.), zastoj u rastu i sl.

Visoke koncentracije folijarnih gnojiva mogu oštetiti listove (opekotine, slika 6.), te je iz tog razloga nemoguće obaviti gnojidbu s većim dozama hranjivih elemenata, pa čak i kod višekratne primjene.

Hraniva mogu biti teško usvojiva zbog prekrivenosti lišća i plodova voskom, kutinom ili uljima, tj. spojevima površinske napetosti zbog kojih kapljice samo skliznu sa listova. U danima s kišom doći će do ispiranja hraniva, što stvara dodatni trošak proizvođača. Pri visokim temperaturama dolazi do ubrzanog sušenja preparata na lišću što može dovesti do neželjenih pojava opeklina. Upravo velika zavisnost folijarne gnojidbe od klimatskih prilika predstavlja vrlo ograničavajući čimbenik u folijarnoj gnojdbi i često se navodi kao glavni nedostatak.

Zbog slabe pokretljivosti i mogućnosti usvajanja određenih elemenata, aplikacije gnojiva moraju se primijeniti više puta za minimalan učinak, kao što je na primjer kalcija kod rajčice i paprike. Kod folijarne gnojidbe dolazi do smanjene retranslokacije kalcija i bora. Folijarna gnojiva se jako brzo suše na listovima i plodovima.

U ranoj fazi vegetacije biljke imaju malu lisnu površinu i stoga je njihov kapacitet za usvajanje i akumulaciju hraniva mali te je zbog toga ograničena primjena folijarnih gnojiva.



Slika 5. Opekotine na listovima rajčice
(izvor: <https://hr.rfarmfresh.com>)



Slika 6. Opekotine listova breskve zbog primjene visoke koncentracije Uree
(izvor: <https://fluidfertilizer.org>)

7. ZAKLJUČAK

Folijarna gnojidba predstavlja najbrži način opskrbe biljaka hranjivim elementima. Usprkos tome, ovaj način gnojidbe nije uvijek i najbolji način jer podrazumijeva niz neželjenih biološko-fizioloških i tehničkih specifičnosti. Folijarna gnojidba je prema brojnim autorima u stvari prihrana usjeva (gnojidba tijekom vegetacije) jer ne zadovoljava ukupne potrebe biljaka za makroelementima. Većinu hraniva je zbog toga potrebno dodati u više navrata što znatno povećava troškove proizvodnje. Zbog mogućnosti pojave opekline na lišću, folijarno se gnoji s otopinama niže koncentracije što povećava potrebu za vodom.

Iako postoji niz nedostataka, folijarna gnojidba je izrazito efikasna u rješavanju deficita hraniva tijekom vegetacijskog perioda. Djelovanje apliciranih hraniva je izrazito brzo, a jedna od prednosti je i ta što se gnojiva mogu miješati sa zaštitnim sredstvima (kemigacija).

Zbog visoke cijene tekućih gnojiva u odnosu na konvencionalna mineralna, folijarna gnojidba se najčešće primjenjuje u visokoprofitabilnim proizvodnjama u hortikulturi, voćarstvu, vinogradarstvu i povrćarstvu. Kod ratarskih usjeva uglavnom je ograničena na sjemensku proizvodnju.

8. POPIS LITERATURE

1. Alexander, A., (1986.): Optimum timing of foliar nutrient sprays. In: Alexander A. Foliar Fertilization. Developments in Plant and Soil Sciences, Dordrecht
2. Alshaal, T., El-Ramady, H. (2017.): Foliar Application: from Plant Nutrition to Biofortification, Env. Biodiv. Soil Security Vol.1. 71- 83
3. Basavaraj, P., Chetan, H. T. (2018): Foliar fertilization of nutrients. Marumegh Kisaan E-Patrika. 3. 49-53.
4. Bogović, M., (2017.): Folijarna prihrana, Ministarstvo poljoprivrede, Uprava za stručnu podršku razvoju poljoprivrede i ribarstva <https://www.savjetodavna.hr/2017/07/21/folijarna-prihrana/> (datum pristupa: 20.06.2019.)
5. Đurđević, B., (2014.): Praktikum iz ishrane bilja: Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. 71
6. Eibner, R. (1986.): Foliar fertilization - Importance and Prospects in Crop Production. In: Alexander A. (eds) Foliar Fertilization. Developments in Plant and Soil Sciences, vol 22. Springer, Dordrecht.
7. Fageria, N. K., Barbosa Filho M. P., Moreira, A. and Guimaraes, C. M. (2009.): Foliar fertilization of crop plants. Journal of Plant Nutrition. 32: 1044-1064.
8. Fernandez, V., Sotiropoulos, T. and Brown, P., (2013.): Foliar fertilization. Scientific Principles and Field Practices. International Fertilizer Industry Association (IFA) Paris, France
9. Jug, I., (2013.) Supstrati i gnojidba. Materijal za studente preddiplomskog studija. <http://ishranabilja.com.hr/literatura/tloznanstvo/Supstrati%20i%20gnojidba.pdf> (datum pristupa: 17.07.2019.)
10. Kordić, A. (2014.): Primjena vizualne dijagnostike i analize biljne tvari u hortikulturi. Završni rad, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek.
11. Marschner, H. (1995.): Mineral nutrition of higher plants: second edition. Academic Press, London. 889.
12. Miller, R. E., Wert S. L. (1979.): Effects of soil and foliar application of nitrogen fertilizers on a 20-year Douglas-fir stand. Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station (Portland, Or.), United States, Forest Service

13. Naguib, N.Y.M. (2011.): Organic Vs Chemical Fertilization of Medicinal Plants: A Concise Review of researches, Jazan College of Medicinal Sciences, Jazan University, Advances in Environmental Biology, 5: 394-400
14. Oosterhuis, D. (2009.): Foliar fertilization: Mechanisms and magnitude of nutrient uptake, Paper for the Fluid Fertilizer Foundation meeting in Scottsdale, Arizona
<http://www.fluidfertilizer.com/Forum%20Presentations/2009/2009%20Forum%20Proceedings/Derrick%20Oosterhuis.pdf> (datum pristupa: 13.07.2019.)
15. Vukadinović, V. i Bertić, B. (2013.): Filozofija gnojidbe (Sve što treba znati o gnojidbi), Studio HS Internet d.o.o. Osijek
16. Vukadinović, V. i Vukadinović, V. (2011.): Ishrana bilja: Sveučilišni udžbenik. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. 439.
17. <http://www.gospodarski.hr/Publication/2015/8/to-treba-znati-o-folijarnoj-gnojidbi/8220#.XS3PsOgza00> (datum pristupa: 16.07.2019.)
18. <http://www.vitafer.pl/en/technology/107006399> (datum pristupa: 20.06.2019.)
19. <https://grama.com.hr/folijarna-gnojidba/> (datum pristupa: 16.07.2019.)
20. <https://www.haifa-group.com/articles/why-foliar-spray> (datum pristupa: 25.06.2019.)
21. <https://www.zeleni-hit.hr/wp-content/blogs.dir/119/files/2017/05/2016-Folijarna-ishrana-ratarskih-kultura.pdf> (datum pristupa: 16.07.2019.)
22. <https://chelal.com/en/goals/advantages-foliar-fertilisation> (20.07.2019.)