PRIMJENA VIZUALNE DIJAGNOSTIKE I ANALIZE BILJNE TVARI U HORTIKULTURI

Kordić, Antea

Undergraduate thesis / Završni rad

2014

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:428359

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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

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

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

1. UVOD

Ishrana bilja je dio fiziologije bilja koja izučava ishranu poljoprivrednih biljnih vrsta na poljoprivrednim i prirodnim staništima u odnosu na visinu i kakvoću priroda. Ova definicija je vrlo pojednostavljena, jer ishrana bilja pored fizioloških procesa i funkcija kemijskih elemenata u živoj tvari, istražuju i sve čimbenike rasta fizikalne, kemijske, fiziološke i biokemijske prirode, koji u interakciji biljke i tla kao supstrata utječu na usvajanje hranjivih tvari, njihovo premještanje i raspodjelu u biljci, rast, razvitak i tvorbu prinosa, odnosno primarnu organsku produkciju. Cjelovita definicija ishrane bilja stoga bi morala pored biljno-fiziološkog aspekta obuhvatiti ekološki i agrološki aspekt *(Vukadinović, V., Vukadinović V., 2011).*

Iz šire definicije ishrane bilja vidi se da ona graniči s više znanstvenih disciplina: *pedologija* koja izučava tlo kao prirodni supstrat biljne ishrane i procese njegovog nastanka, fiziku, kemiju, hidrologiju, morfologiju i klasifikaciju tla; *zemljišna mikrobiologija* koja istražuje transformacije organske tvari tla kroz aktivnost zemljišnih mikroorganizama, te *biljna proizvodnja* koja se bavi praktičnim odgovorima iz područja gnojidbe, agrotehnike i općenito njege usjeva uz poboljšanja svojstava tla kao supstrata biljne ishrane.

Ishrana bilja i fertilizacija usko su povezane, a racionalna i ekonomski isplativa gnojidba je ona koje odgovara potrebama i stanju biljaka (usjeva, povrća, nasada). Pri tome treba voditi računa o snabdjevenosti tla elementima ishrane i stanju ishranjenosti biljke. Bez dobro proračunate gnojidbe ne mogu se postići visoki i stabilni prinosi odgovarajuće kakvoće proizvoda, niti profitabilna proizvodnja. Zato se gnojidba često smatra jednom od najvažnijih agrotehničkih mjera u primarnoj organskoj produkciji.

Kako su gnojiva skupa, u praksi je jako važno određivanje doze i vrste gnojiva, vremena i načina primjene gnojidbe, koji se moraju temeljiti na poznavanju tla i raspoloživosti hraniva i fiziološkim potrebama biljne vrste.

Tlo nije nepresušan resurs i često ne osigurava dovoljnu količinu hraniva za visoke prinose, pa gnojidbom treba vratiti iz njega iznesene ili izgubljene elemente ishrane. Samo redovite analize tla i biljaka osiguravaju temelj za pouzdan proračun bioraspoloživosti i

bilance hraniva u tlu, potrebu u gnojidbi i popravkama tla, te osiguravaju profitabilnu i ekološki prihvatljivu proizvodnju hrane [10].

1.1. Cilj istraživanja

Potrebe u gnojidbi biljnih vrsta mogu se odrediti nizom praktičnih metoda, od analize tla i biljnog materijala do primjene nedestruktivnih (senzorskih) metoda. Najviše se u praksi, prvenstveno za usjeve primjenjuje kontrola plodnosti tla, kao organizirana mjera analize tla i davanja gnojidbenih preporuka.

Analiza tla za gnojidbene preporuke važna je i za višegodišnje hortikulturne vrste, ponajviše u fazi zasnivanja nasada, kada se određuju potrebe u meliorativnoj gnojidbi (kalcizacija, fosfatizacija, humizacija). Međutim, kod uzgoja sezonskih hortikulturnih vrsta, često bolje rezultate daje primjena analize biljnog materijala kojima predhodi vizualna dijagnostika (*Vukadinović , Bertić, 2013*).

Cilj ovog rada je opisati kako elementi ishrane utječu na prinos i kvalitetu poljoprivrednih proizvoda i kako se može utvrditi njihov nedostatak, koje su to metode i kako mogu poslužiti u određivanju potreba u gnojidbi.

1.2. Uloga makro i mikroelemenata u ishrani bilja

Egzaktnim pokusima u vodenim kulturama utvrđeno je da biljke za svoj rast i razvoj zahtjevaju 17 esencijalnih/biogenih kemijskih elemenata. Elementi (hraniva) mogu se usvajati kao električno nenabijene molekule ili električno nabijeni ioni ili molekule čije porijeklo može biti organsko ili anorgansko.

Zbog različitih zahtjeva biljaka za pojedinim esencijalnim elementima ubičajena je njihova podjela na makro elemente čija koncentracija je veća od 0.1% S.T. i mikroelemente (koncentracija niža od 0.1% S. T). Uobičajena je podjela elemenata u grupe:

Makroelementi : C, H, O, P, K, N, S, Ca, Mg

Mikroelementi: Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl i Ni

Korisni elementi: Co, Na, Si, Al, La, Ti, Ce, Se, V

Toksični elementi: Cr, Cd, U, Hg, Pb, As [8]

Unutar grupe makroelemenata često se izdvajaju organogeni (nemineralni) elementi C, O i H koji čine >90% žive tvari jer ne zaostaju u pepelu spaljivanjem organske tvari. U tablici 1. prikazane su prosječne koncentracije biogenih elemenata u svježoj biljnoj tvari.

Tablica 1. Elementi biljne ishrane, oblik usvajanja i neke funkcije biogenih elemenata *(Mengel, Kirkby, 1987)*

Element ishrane	Oblik usvajanja	Funkcija u biljci
Ugljik (C)	CO_2, CO_3^{2-}, HCO_3^-	Konstitucijski element
Kisik (O)	H_2O, O_2	Konstitucijski element
Vodik (H)	H_2O, H^+	Konstitucijski element
Dušik (N)	NH_4^+, NO_3^-	Bjelančevine i aminokiseline
Fosfor (P)	HPO_4^{2-}, $H_2PO_4^-$	Nukleinske kiseline i ATP
Kalij (K)	K^+	Katalizator, transport iona
Kalcij (Ca)	Ca^{2+}	Stanične stijenke
Magnezij(Mg)	Mg^{2+}	Klorofil
Sumpor (S)	SO_3^{2-}, SO_4^{2-}	Aminokiseline
Željezo (Fe)	$Fe^{2+,3+}$	Sinteza klorofila
Mangan (Mn)	$Mn^{2+,3+}$	Aktivacija enzima
Bakar (Cu)	$Cu^{+,2+}$	Komponenta enzima
Cink (Zn)	Zn^{2+}	Aktivator enzima
Molibden (Mo)	MoO_4^{2-}	N fiksacija
Bor (B)	BO_3^{3-}	Membrane, meristemi
Klor (Cl)	Cl^-	Fotooksidaija vode

Korisni elementi u optimalnim uvjetima rasta nemaju fiziološku ulogu ali im je utjecaj to povoljniji što su uvjeti rasta lošiji, jer mogu djelomično zamjeniti funkciju nekih neophodnih elemenata. Daljnim razvitkom i usavršavanjem metoda istraživanja očekuje se proširenje liste neophodnih i korisnim elementima, čija funkcija za sada nije poznata.

Premda u sastav biljaka ulazi čitav niz kemijskih elemenata koje biljke usvajaju iz tla/supstrata i atmosfere, neki od njih, posebice dušik, fosfor i kalij, potrebni su u velikim količinama pa se obavezno dodaju u tlo putem gnojidbe. Dio elemenata vraća se u tlo

prirodnim putem (ciklusi elemenata), oslobađajući se iz prirodnih rezervi tla otapanjem ili mineralizacijom, uglavnom sporijim procesima.

Znatan dio hraniva se odnosi žetvom, dio se ispire ili prelazi u oblike nepristupačne biljci, te ukoliko se na neki način ne nadoknade, tlo siromaši i prirod opada (*Vukadinović, Bertić 2013).*

Poznavanje raspoložive količine hraniva u tlu i potreba biljaka za elementima ishrane omogućuje dobru procjenu doze gnojiva. Raspoloživa su ona hraniva koja se u tlu nalaze ili mogu prijeći u kemijski oblik koji biljke mogu usvojiti a uz to se moraju nalaziti i u zoni korijenovog sustava. Stoga razlikujemo kemijski i fiziološki pristupačna hraniva koje jednim imenom nazivamo biološki raspoloživim hranivima. [9]

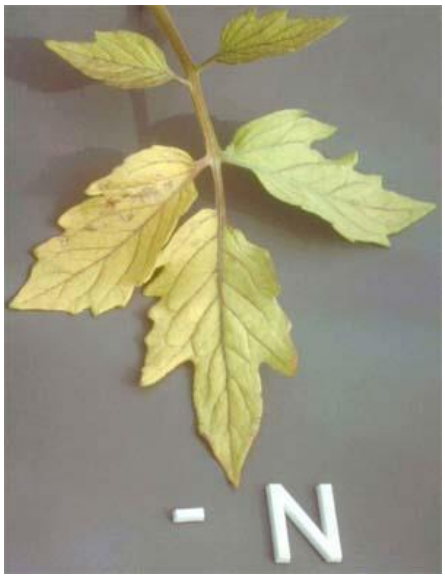
1.2.1. Uloga i značaj dušika

Opskrbljenost biljaka dušikom od izuzetnog je značaja jer je to element koji povoljno utječe na visinu prinosa, zbog čega je u intenzivnoj poljoprivrednoj uporaba dušičnih gnojiva u praksi znatno brže rasla od potrošnje drugih mineralnih hraniva.

Biljke usvajaju dušik u mineralnom obliku (NH_4^+ i NO_3^-), pri čemu se amonijačni oblik ugrađuje u organsku tvar, a nitratni se mora predhodno reducirati. Višak nitrata akumulira se u pojedinim tkivima (najćešće lišću i peteljkama) i postepeno se ugrađuje u organsku tvar. Preveliko nakupljanje nitrata u biljkama nepoželjno je zbog njegove štetnosti za zdravlje ljudi i životinja *(Kastori, Petrović 2003.)*

Nedostatak dušika izaziva ozbiljne posljedice u rastu i razvoju biljaka, a prinosi mogu biti znatno smanjeni. Simptomi nedostatka dušika na biljkama su jasno vidljivi, prvenstveno na lišću, gdje se prvo javljaju kloroze, a zatim nekroze (slike 1. i 2.). Biljke su niže i nježnije, a zbog sposobnosti dušika za reutilizaciju, simptomi se javljaju prvo na starijem lišću.

Nasuprot tomu, višak dušika izaziva bujan rast biljaka, produžava vegetaciju, dovodi do kasnijeg sazrijevanja, a kod nekih biljnih vrsta loše djeluje na kvalitetu. Biljke luksuzno opskrbljene dušikom postaju neotporne na bolesti i sušu *(Vukadinović, V., Vukadinović V., 2011).*



Slika 1. Nedostatak dušika na rajčici *Lycopersicon esculentum* [3]



Slika 2. Simptomi slabijeg i intenzivnijeg nedostatka dušika na listu trešnje [2]

1.2.2. Uloga i značaj fosfora

Bioraspoloživost fosfora najviše ovisi o pH reakciji tla jer ortofosfatna kiselina različito disocira ovisno o prisustvu baza na adsorpcijskom kompleksu tla. Fosfor je sastavni dio velikog broja brojnim minerala tla (oko 170) različite topivosti, a najzastupljeniji u zemljinoj kori su apatiti i fosforiti.

U fiziološkim procesima biljaka fosfor je najpotrebniji u fazi intenzivnog rasta korijena, te kod prelaska iz vegetativne u generativnu fazu. Pokretljivost u biljci mu je dobra u oba

smijera. Mlađa tkiva i reprodukcijski dijelovi sadrže više anorganskog fosfora *(Vukadinović, V., Vukadinović V., 2011).*

Nedostatak fosfora je česta pojava zbog smanjene pristupačnosti kako u alkalnim tako i u kiselim tlima, zbog kemijske adsorpcije. Simptomi koji se vizualno mogu uočiti su slabi porast biljaka i pojava kloroza (slike 3 i 4), a kod jačeg nedostatka reducirani rast korijena, te kasnije cvjetanje i zrioba. Prvi simtom je manje lišće tamnije boje a kod dužeg deficita javlja se i crvenkasta nijansa zbog povećane sinteze antocijana. Biljke su manje a na lišću se kasnije javlju kloroza dok starije lišće izumire (premještanje u mlađe). [2]

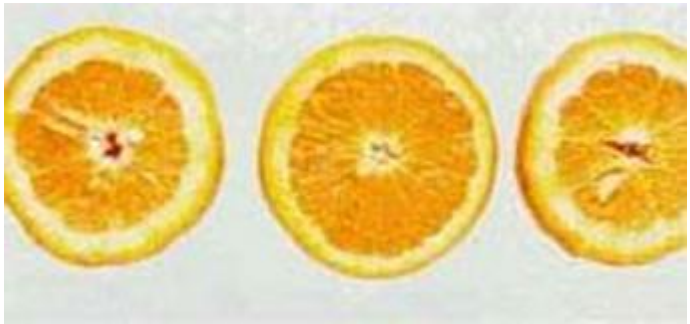
Višak fosfora je rijedak a nastupa kod koncentracija većih od 1% u suhoj tvari. Rast biljaka je usporen uz tamne pjege na lišću koje se šire prema bazi te lišće na kraju otpada. Metabolizam je ubrzan pa dolazi do skraćenja vegetacije, prijeveremenog cvjetanja i starenja biljaka *(Vukadinović, V., Vukadinović V., 2011).*



Slika 3. Nedostatka P na rajčici [5]



Slika 4. Nedostatk P na rajčici [5]



Slika 5. Nedostatak fosfora na plodovima limuna [2]

1.2.3. Uloga i značaj kalija

U tlu i biljci kalij se nalazi kao K^+ kation s redukcijskim svojstvima. Ne ulazi u sastav niti jednog spoja žive tvari, već ima ulogu specifičnog aktivatora/modulatora aktivnosti enzima, zbog male veličine atoma, te elektrolita protolazme (regulira permeabilnost membrana).

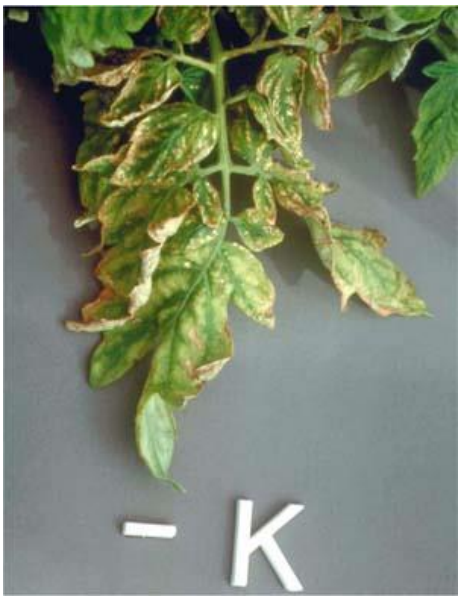
Kalij se u tlu nakon oslobađanja iz primarnih minerala najviše veže na adsorpcijski kompleks tla pa se teže gubi ispiranjem. Moguća je i njegova fiksacija u međulamelarnim prostorima sekundarnih minerala, koja ovisi o prisustvu drugih kationa a jača je u oraničnom sloju koji je podvrgnut naizmjeničnom sušenju i vlaženju *(Vukadinović, V., Vukadinović V., 2011).*

Nedostatak kalija se odražava na cjelokupan rast i razvoj biljaka zbog njegove složene funkcije u biljnom metabolizmu. Rast je usporen, mlađe lišće je manje a kloroze i nekroze se javljaju na rubovima donjih listova, koji se često savijaju prema dolje (slike 6 i 7). Biljke općenitno imaju niži turgor zbog slabe hidratiziranosti protoplazme. Nedostatak je čest na lakim pjeskovitim tlima te teškim glinenim s izraženom K-fiksacijskom moći ili u slučaju suviška kalcija i magnezija.

Suvišak kalija je rijedak a moguć je na zaslanjenim tlima ili kod višekratne obilne gnojidbe [2].



Slika 6. Prvi simptomi nedostatka kalija na rajčici [5]



Slika 7. Izraženi nedostatak kalija na rajčici [3]

1.2.4. Uloga i značaj mikroelemenata

Mikroelementi (Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, B, Cl i Ni) su biljkama potrebni u malim količinama, ali njihov nedostatak ipak može jako utjecati na prinos i kvalitetu biljaka. Simptomi nedostatka ovih elemenata su specifični, ovisno o biljnoj vrsti, a javljaju se kao kloroze, nekroze, te anatomske i morfološke promjene na biljnim dijelovima i/ili plodovima. [2]

Željezo (Fe) ima važnu ulogu u životnim procesima biljaka, jer je neophodno za sintezu klorofila, procese fotosinteze i disanja, asimilaciju elementarnog dušika, redukciju nitrata i sulfata, te metabolizam ugljikohidrata. Većina poljoprivrednih tala sadrži dovoljno pristupačnog željeza, ali se često javlja njegov nedostatak, posebice na jako humoznim ili karbonatnim tlima *(Vukadinović, V., Vukadinović V., 2011).*

Na biopristupačnost željeza utječe pH vrijednost tla, te visoke koncentracije fosfora i kalcija u tlu. Uslijed nedostatka željeza dolazi do pojave željezne kloroze, koja se javlja na alkalnim (pH>7) ili jako kiselim tlima (pH<3,5).

Simptomi nedostatka željeza prvo se očituju na najmlađim listovima tako da mjesta unutar žila požute, a ponekad izblijede do bijele boje. Kod većeg nedostatka ovog hraniva dolazi do preranog opadanja lista u voćaka tako da one u srpnju ili kolovozu mogu ostati potpuno bez lista. Rast biljaka i cvjetnih pupova je smanjen, a plodovi ostaju sitni. Nedostatak

željeza može se smanjiti folijarnom primjenom vodenih otopina lako topivih spojeva željeza i primjenom kelatnih oblika željeza [7].

Mangan (Mn) ima značajnu ulogu u aktivnosti enzima i utječe na sintezu kloroplasta u biljkama. Nedostatak mangana javlja se u vapnenim i alkalnim tlima. Biljke vrlo osjetljive na nedostatak mangana su krumpir, cikla, trešnja, citrusi i jabuka. Simptomi nedostatka mangana uočavaju se kao mrko žute mrlje na lišću dikotiledona, dok je u monokotiledona tipična prugasta kloroza kod koje samo lisne žile ostaju normalno zelene. Ovi simptomi su slični nedostatku magnezija, samo manje izraženi i list poprima metalni sjaj.

Bor (B) ima značajnu ulogu u procesu oplodnje u biljaka te utječe na klijanje polena, kao i na rast i stabilnost polenove cjevčice. Značajnu ulogu ima u prometu ugljikohidrata u biljkama. Veće potrebe za borom imaju cvjetača, celer i jabuka. Nedostatak bora prvo se uočava smanjenim vršnim rastom, mlado lišće je deformirano, naborano, zadebljalo i tamno, plavozelene boje uz pojavu međužilne i rubne kloroze. Uslijed jačeg nedostatka bora smanjen je porast biljaka, dolazi do odumiranja vrhova, slabije je zametanje cvjetova i plodova. Na nekim voćkama (jabuka, kruška) dolazi do pojave *krastavosti*, a nanekim biljnim vrstama rozetavosti i pojave truleži srca (šećerna repa, celer).

Cink (Zn) u životnim procesima biljaka ima važnu ulogu jer se nalazi u sastavu mnogih enzima te povećava otpornost biljaka prema bolestima i suši. Osjetljive biljke na nedostatak cinka su grašak, jabuka, vinova loza, breskva i citrusi. Uslijed nedostatka cinka dolazi do morfološke promjene na listu, oni ostaju sitni i uski, internodiji su skraćeni i nastaju rozetasti oblici kod voćaka. U kasnijim fazama nedostatka cinka dolazi do slabijeg zametanja cvjetova te prijevremenog opadanja listova i plodova. Primjenom većih količina fosfornih gnojiva može se izazvati nedostatak cinka u uzgoju biljaka, osobito na tlima sa višom pH vrijednosti i većim sadržajem kalcija [7].

Bakar (Cu) je teški metal i u tlu potječe iz primarnih minerala, a na njegovu bioraspoloživost najviše utječu pH (optimalan je 4.5-6.0) i sadržaj humusa u tlu. Manjak bakra najčešće se javlja na jako humoznim tlima, jer gradi s organskom strukturom vrlo stabilne komplekse.

Biljke ga usvajaju kao Cu^{2+} ili u kelatnom obliku. Sastavni je dio ili aktivator enzima i sudjeluje u oksidacijskim procesima. Utječe na sintezu proteina, stabilizira molekuke klorofila, ima ulogu u metabolizmu dušičnih spojeva i metabolizmu ugljkohidrata, te povećava otpornost biljaka na niske temperature. Biljke osjetljive na na nedostatak bakra su duhan, pšenica, ječam i lucerna. Simptomi nedostatka bakra na biljkama su kloroze, nekroze, uvenuće, uvijanje i odumiranje mladih listova. Suvišak bakra je rijetka pojava osim u voćnjacima i vinogradima nakon višegodišnje primjene preparata na bazi bakra za suzbijanje biljnih bolesti.

Molibden (Mo) se u tlu i biljkama javlja u vrlo niskim koncentracijama, a biopristupačnost mu raste porastom pH tla. Ima značajnu fiziološku ulogu u oksidaciji sulfita do sulfata i redukciji nitrata, te mikrobiološkoj fiksaciji atmosferskog dušika kod leguminoza (soja, grašak, lucerna). Nedostak Mo je rijetka pojava, ali se javlja na kiselim tlima koja sadrže dosta željeza i aluminija. Na nedostatak su osjetljive sve kupusnjače, salate, citrusi, cvjetača i špinat. Kod nedostatka molibdena mogu se uočiti patuljasti rast biljaka i skraćeni internodiji. U biljaka zbog nedostatka dolazi do odumiranja stanica vegetativnog vrha te nastaju različiti oblici listova netipičnog izgleda za pojedinu kulturu.

Klor (Cl) se ubraja u mikroelemente iako ga biljke sadrže u velikim količinama, jer je za fiziološke procese potreban u malim količinama. Klor se u tlo najviše unosi mineralnim gnojivima, čiji je sastavni dio, lako je pokretljiv i brzo se ispire. Ne ulazi u sastav organske tvari biljaka, najviše je sadržan u lišću, a utječe na otvaranje puči i proces fotosinteze. Kako ga u tlu uvijek ima u dovoljnim količinama, u prirodnim uvjetima nisu zapaženi simptomi njegovog nedostatka. [4]

Nikal (Ni) je posljednji dobio mjesto u grupi biogenih mikroelemenata. Neophodan je za rad enzima ureaze i enzima koji djeluju na redukciju sulfata i procese fotosinteze. Također utječe na usvajanje željeza i procese klijanja sjemena. Koncentracija Ni u biljkama je vrlo niska 1.0-10.0 ppm u suhoj tvari), a na onečišćenim tlima može dosegnuti i toksične koncentracije *(Vukadinović, V., Vukadinović V., 2011).*

1.3. Sadržaj mineralnih tvari u biljkama

Koncentracija mineralnih elemenata u biljci ovisi o mnogim čimbenicima i znatno se mjenja: o biljnoj vrsi, dijelu koji se analizira, njegovoj starosti, opskrbljenosti tla hranivima, o vodnom režimu te o drugim vanjskim i unutarnjim činiteljima rasta. Prisutne su i značajne razlike unutar biljaka iste vrste pa tu pojavu označavamo pojmom sortne specifičnosti mineralne ishrane te o tome vodimo računa kod utvrđivanja potrebe usjeva za pojedinim hranjivim elementom.

Uobičajeno je da se količina biogenih elemenata izražava u odnosu na suhu tvar jer je sadržaj vode u biljnom tkivu vrlo promjenjiv. Koncentracije makroelemenata se izražavaju u postotku a mikroelemenata, zbog nižeg udjela u ppm (mg/kg). U pojedinim se situacijama koncentracije mogu iskazivati i na svježu tvar npr. kod primjene brzih testova za utvrđivanje potrebe u prihrani dušikom *(Vukadinović , Bertić 2013.)*.

Koncentracija elemenata u listu je dobar pokazatelj ishranjenosti biljke zbog njegove fotosintetičke funkcije ali moramo uvažiti sposobnost premještanja elemenata iz starijih u mlađe, aktivno lišće. Zbog toga se za analizu biljnog tkiva uzorkuje najmlađi potpuno razvijen list jer je fotosintetički najaktivniji, te najbolje pokazuje stvarno stanje ishranjenosti biljke. Orijentacijske koncentracije elemenata u svježoj biljnoj tvari prikazane su u tablici 2.

Raspodjela elemenata unutar jedne biljne vrste je također promjenjiva, jer ovisi o fazi razvoja i biljnom dijelu. Biljke tokom vegetacije ne usvajaju hranjive elemente ujednačeno. Tako jednogodišnje biljke usvajaju hraniva kontinuirano ali uz izražene maksimume u pojedinim fazama dok višegodišnji nasadi miruju u nepovoljnom dijelu godine a tokom vegetacije također imaju faze intenzivnog usvajanja pojedinih elemenata.

Kod jednogodišnjih biljaka u fazi klijanja usvajanje mineralnih elemenata je slabo jer sjeme sadrži dovoljne količine hraniva za tu fazu, ali već u ranim fazama porasta usvajanje hraniva iz supstrata je snažno te sadržaj mineralnih elemenata brzo raste ali im koncentracija opada zbog "razrijeđenja" organskom tvari. Biljka hraniva ugrađuje u svoje građevne tvari te se mali dio hraniva akumulira u usvojenom obliku *(Vukadinović, V., Vukadinović V., 2011).*

Tablica 2. Koncentracija biogenih elemenata u svježoj biljnoj tvari *(Epstein, 1972))*

Ekement biljne ishrane	Kemijski simbol	Oblik usvajanja	% u ST
Ugljik	C	CO_2, CO_3^{2-} HCO_3^-	45
Vodik	H	H_2O, H^+	8
Kisik	O	H_2O, O_2	41
Dušik	N	NH_4^+, NO_3^-	2.0
Fosfor	P	HPO_4^{2-}, $H_2PO_4^-$	0.4
Kalij	K	K^+	1.1
Kalcij	Ca	Ca^{2+}	0.6
Magnezij	Mg	Mg^{2+}	0.3
Sumpor	S	SO_3^{2-}, SO_4^{2-}	0.5
Željezo	Fe	Fe^{2+}, Fe^{3+}	0.02
Mangan	Mn	Mn^{2+}, Mn^{3+}	0.05
Bakar	Cu	Cu^+, Cu^{2+}	0.001
Cink	Zn	Zn^{2+}	0.01
Molibden	Mo	MoO_4^{2-}	0.0001
Bor	B	BO_3^{3-}	0.005
Klor	Cl	Cl^-	<0.0001

Postoje određena opća pravila vezana za intenzitet usvajanja pojedinih elemanata ali postoje izražene razlike ovisno o biljnim vrstama. Tako se dušik najintenzivnije usvaja u vegetacijskom razdoblju kada je najveća sinteza proteina, fosfor ima dva maksimuma usvajanja, prvi je manje izražen u periodu izgradnje korjenovog sustava a drugi jači je kod prelaza biljke iz vegetacijskog u generativno razdoblje, dok se kalij usvaja najintenzivnije

pri tvorbi ugljikohidrata potrebnih za razvoj fotosintetičkog aparata te u reprodukcijskoj fazi kod premještanja rezervnih tvari u skladišne organe.

Općenito, u posljednjim fazama razvoja dolazi do pada koncentracije pojedinih mineralnih elemenata, posebno lišću, zbog njihovog premiještanja u skladišne organe, dio se izgubi odbacivanjem lišća, dio nekonstitucijskih elemenata se ispere kišom (K i Na), a dio se preko korijena vrati u tlo. Količina (sadržaj) mineralnih elemenata tijekom vegetacije ipak raste bez obzira na te male gubitke, što utječe na njihovo iznošenje prinosom biljaka.

1.4. Simptomi nedostatka elemenata na biljkama

Vidljive promjene na biljkama, kao simptomi nedostatka ili suviška elemenata ishrane, rezultat su promjena koje se dešavaju u metabolizmu biljaka i specifične su za pojedini element i/ili biljnu vrstu. Najčešće se pojavljuju kloroze-promjene u boji lišća i drugim dijelovima biljke, koje mogu biti različitih oblika i nijansi.

Do ovih promjena može doći i zbog antagonizma elemenata, kada višak jednog elementa u tlu izaziva simptome nedostatka drugog elementa (npr. Fe:Mn, Ca:Mg itd). Moguć je i nedostatak više elemenata ishrane i tada teško je utvrditi pravi uzrok, jer simptomi nedostatka jednog elementa mogu „maskirati“ simptome nedostatka drugog elementa. Osim poznavanja pokretljivosti elemenata važno je znati uzroke pojave antagonizma, te njihovo preventivno izbjegavanje. Antagonizam je ustvari pojava ometanja usvajanja elemenata.

Isto tako, simptomi izazvani napadom bolesti ili štetočina mogu biti vrlo slični onima koji nastaju zbog problema u ishrani. U nekim slučajevima uzrok vidljivim promjenama na biljkama su vanjski čimbenici (temperatura ili vlaga), koji utječu na biopristupačnost elemenata i ishranjenost biljke.

Neke biljne vrste koje puno izraženije od drugih reagiraju na nedostatak nekog elementa u tlu, a te razlike mogu se javiti i između sorata i hibrida iste biljne vrste.

U cilju utvrđivanja raspoloživosti hraniva koristi se niz različitih metoda kao što su kemijska analiza tla i biljaka, mikrobiološke metode, poljski pokusi, pokusi u nadziranim uvjetima i druge. Svaka od njih ima određene prednosti i/ili nedostatke, ali njihova

primjena potpuno ili djelomično isključuje subjektivnu procjenu, te tako uvodi određeni sustav u utvrđivanju potreba za gnojidbom .

U poljoprivrednoj praksi se pri određivanju nedostatka i/ili suviška pojedinih makro i mikroelemenata kao i teških metala na različitim biljnim vrstama koristi nekoliko metode dijagnosticiranja: vizualna, kemijska, fizikalno–kemijska i folijarna *(Vukadinović, Bertić, 2013.).*

Tablica 3. Biljke indikatori nedostatka nekih elemenata *(Bergmann, 1988)*

Element	Biljka
Dušik	Cvjetača, kupus, jabuka, šljiva
Fosfor	jabuka
Kalij	Krumpir, cvjetača, jabuka
Magnezij	Cvjetača, krumpir, jabuka
Željezo	Vinova loza, bagrem, kupus, kruška, šljiva
Mangan	Krumpir, jabuka, trešnja
Bor	Celer, jabuka

1.5. Utjecaj snabdjevenosti tla na sadržaj elemenata u biljnoj tvari

Premda se povećanjem koncentracije hraniva u tlu povećava i usvajanje elemenata i njihova koncentracija u biljnom tkivu, to povećanje nije proporcionalno, akumulacija elemenata raste do određenog maksimuma, a potom stagnira ili čak opada. Neke biljne vrste sposobne su specifično akumulirati jedan ili više elemenata (biljke-akumulatori), a ako usvajaju toksične elemente iz tla mogu se koristiti kao fitoremedijatori za čišćenje zagađenih tala.

U ishrani bilja može doći do izražaja i konkurencija elemenata (antagonizam), izazvane njihovim nepovoljnim odnosom, kada višak jednoga izaziva pojavu simptoma nedostatka drugoga elementa. Poznati su parovi konkurentnih elemenata u ishrani biljaka: K/Na, K/Mg, P/Zn, K/Ca, Mn/Mg, Mn/Fe, N/K, N/P itd., pa se u nekim sustavima davanja gnojidbenih preporuka uzimaju u obzir i odnosi elemenata, a ne samo njihova koncentracija.

Na usvajanje i akumulaciju elemenata u biljci osim njihove bioraspoloživosti utječu i agrokemijska svojstva tla (pH, humus, ukupni dušik, teksturna klasa, zbijenost), koja se također moraju uvažavati pri tumačenju rezultata i utvrđivanju potrebe u gnojidbi. Kod pH vrijednosti iznad 6.0 može se očekivati smanjeno usvajanje nekih elemenata (Mn, B, Fe, Zn, Cu), koji u tim uvjetima prelaze u netopive i nepristupačne oblike, dok u istim uvjetima pristupačnost Mo raste.

Vodni režim tla uveliko utječe na usvajanje elemenata, a time i na rezultate folijarne analize.Tako se u sušnijim uvjetima povećava koncentracija dušika u biljnom tkivu, dok se u uvjetima navodnjavanja smanjuje, kada uslijed povećane produkcije biomase dolazi do izražaja „efekt razrijeđenja“. Suprotno tomu, pri nižem sadržaju vode, koncentracija fosfora u biljkama opada, zbog njegove smanjene biopristupačnosti u tlu. Veliki utjecaj vlažnost tla ima i na pristupačnost mikroelemenata.

Snabdjevenost biljaka elementima ishrane, odnosno rezultati folijarne analize, usko su vezani uz primjenjenu agrotehniku. Od svih mjera (obrada, zaštita, navodnjavanje), najveći i neposredni utjecaj ima gnojidba.

1.6. Utjecaj biljne vrste na sadržaj elemenata u biljnom tkivu

Za dobru interpretaciju rezultata analiza biljne tvari treba pri uzorkovanju voditi računa o svim biotičkim (biljna vrsta, genotip, biljni organ) i abiotičkim (temperatura, voda, biopristupačni elementi u tlu) čimbenicima koji imaju utjecaja na akumulaciju elemenata u biljci.

Biljne vrste se razlikuju po potrebama pojedinih elemenata, a te razlike mogu biti veće između hibrida ili sorte iste biljne vrste (genetička specifičnost mineralne ishrane bilja). Različita je i njihova osjetljivost na deficit ili suvišak elemenata. Tako npr. velike potrebe za dušikom imaju vrste koje se uzgajaju zbog velikih količina proteinske mase (leguminoze, krmno bilje, kupus), dok su „kaliofilne“ biljke one koje se uzgajaju zbog ugljikohidrata (šećeri, škrob) kao krumpir i višegodišnje kulture. Kod mikroelemenata je poznato da veće potrebe za borom ima lucerna, za cinkom jabuka i vinova loza, da je pšenica osjetljiva na nedostatak bakra, a leguminoze na nedostatak molibdena. O svim ovim specifičnostima vodi se računa kod davanja gnojidbenih preporuka.

Zbog specifičnih potreba u mineralnoj ishrani, neke biljne vrste mogu biti dobri indikatori sadržaja elemenata u tlu. Nedostatak kalija dobro se zapaža na krumpiru i kukuruzu, tako da biljke-indikatori pomažu u primjeni vizualne dijagnostike za utvrđivanje stanja ishranjenosti biljaka.

Na akumulaciju elemenata u biljnom tkivu utječe fiziološka starost biljke, jer je usko vezana uz intenzitet usvajanja hraniva i proces sinteze organske tvari, koji je u pravilu najveću u mlađim fazama razvoja biljaka, kada je uz manju masu i koncentracija elemenata najviša (%, ppm). Ovo poznavanje dinamike usvajanja i distribucije elemenata po dijelovima biljke važno je za primjenu folijarne analize u davanju gnojidbenih preporuka.

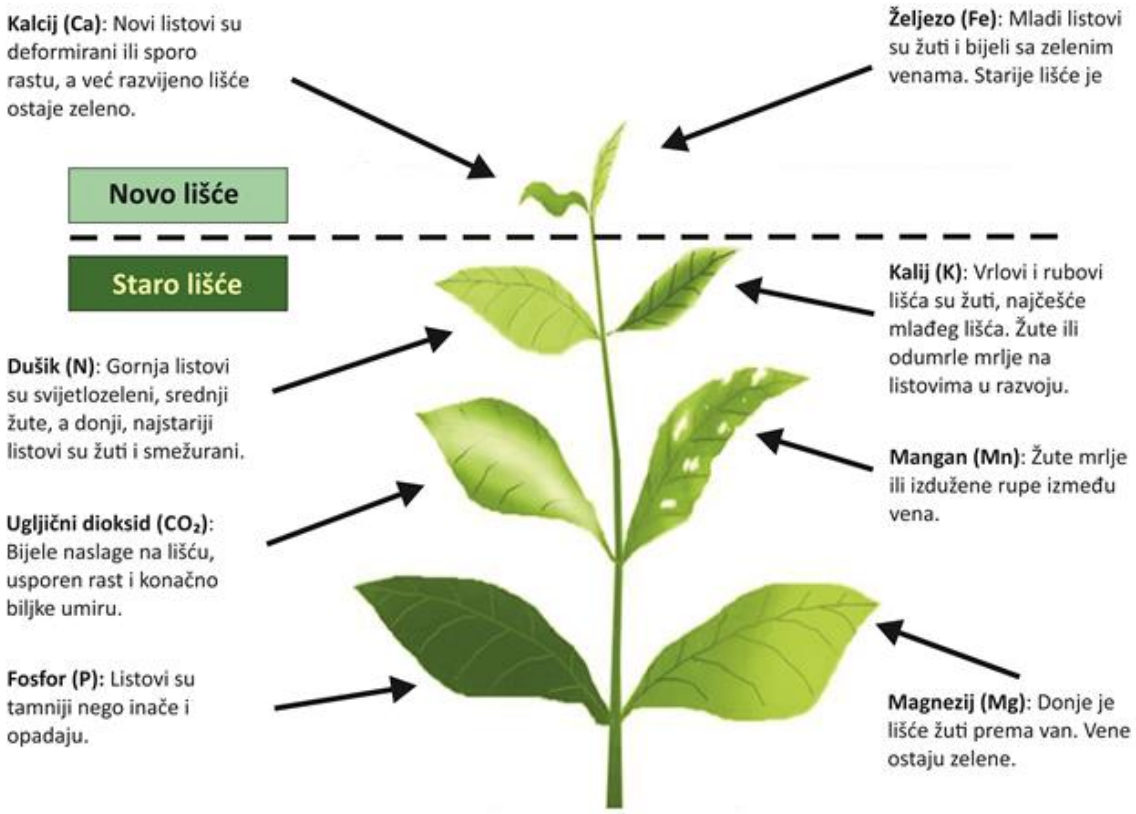
Osim starosti biljke kod uzorkovanja je važan odabir organa ili koji će se analizirati. Kod gotovo svih biljnih vrsta najveća koncentracija elemenata mineralne ishrane je u listovima, pa se oni najviše koriste za analizu. Neki elementi imaju veću pokretljivost i pri nedostatku se premještaju iz starijih u mlađe organe (dušik, fosfor i kalij), dok su neki slabo pokretni (kalcij, bor, željezo), pa se više akumuliraju u starijim listovima. Zato treba analizirati listove ili dijelove biljaka koji najbolje pokazuje stanje ishranjenosti cijele biljke *(Vukadinović, Bertić 2013.).*

2. Vizualna dijagnostika

Pojava simptoma nedostatka elementa na biljci ukazuje na probleme neharmonične ishrane, koja je izuzetno važna u suvremenoj poljoprivredi, jer jedino ona osigurava zadovoljavajuće prinose i kvalitetu.

Za dobro dijagnosticiranje statusa elemenata i prepoznavanje simptoma nedostatka u biljci primjenom vizualne dijagnostike važno je poznavanje pokretljivosti elemenata u oba smjera. Kod elemenata koji reutiliziraju prvi simptomi pojavljuju se na starijiem lišću i dijelovima biljaka, jer se element „preselio“ u mlađe organe. Ako se pak simptomi pojave na mlađim organima biljke, radi se o teško pokretljivim elementima, koji nemaju sposobnost reutilizacije, što je veoma važnonni za i za primjenu folijarne gnojidbe nekim elementom.

Kemijska analiza biljaka u našoj praksi radi se rijetko, relativno je skupa, pa je dobro poznavati principe vizualne dijagnostike biogenih elemenata (slika 8).



Slika 8. Opći simptomi nedostatka elemenata ishrane *(Vukdinović, Bertić, 2013)*

Tipični simptomi nedostatka biogenih elemenata su i nekroze kada dolazi do izumiranja dijelova lišća. Shema 1. ilustrira principe vizualne dijagnostike deficita pojedinih hranjivih elemenata. Međutim, pored primarnog simptoma nedostatka nekog elementa, naknadno se mogu pojaviti i sekundarni i multipli simptomi nedostatka koji kompliciraju determinaciju uzroka njihove pojave. Simptomi su jasni samo kod akutnog nedostatka ili suviška, pa je vizualna dijagnostika samo indikator poremećaja. Latentni (skriveni) poremećaji ishrane ne mogu se vizualno primjetiti ili se uočavaju onda kada je već prekasno za intervenciju. Za tumačenje simptoma treba poznavati fiziologiju ishrane bilja, pratiti da li se simptomi javljaju na starijim ili mlađim biljnim dijelovima, te pratiti dinamiku promjena.

Kod elemenata ograničene pokretljivosti (Ca, B, Fe) simptomi se javljaju prvo na mlađim listovima i vršnim dijelovima biljke, a kod dobro pokreljivih elemenata (N, P, K) na starijim listovima.

Pored promjena izazvanih nedostatkom ili suviškom elemenata mineralne ishrane, simptome slične ovima mogu uzrokovati i drugi čimbenici: niski ili visoki pH tla, višak vode u tlu, ekstremne temperature, te bolesti i štetnici. Na rajčici je pojava tamnih pjega i trulenja na donjem dijelu ploda simptom nedostatka kalcija, a može biti i rezultat napada patogena. Opisani simptomi su samo indikacija za konačnu dijagnozu, jer se mogu znatno razlikovati prema biljnim vrstama. Stoga su navedeni simptomi opći i ukazuju na osnovne, odnosno najčešće simptome nedostatka. Zato se uz vizualnu dijagnostiku, koja samo upozorava na poremećaje, preporuča analiza tla i/ili biljne tvari.

3. Analiza biljne tvari

Za utvrđivanje i procjenu raspoloživosti hraniva u tlu pomoću analize biljne tvari koriste se različite metode: brzi testovi, kemijske analize i biokemijske analize.
Sve metode se zasnivaju na postupcima analize cijelih biljaka ili dijela biljke, praćenja promjena na biljkama uzgajanih u polju ili posudama (gnojidbeni mikro i makro pokusi) te vizulne dijagnostike prema simptomima nastalih usljed poremećaja u ishrani.

Brze test-metode temelje se na karakterističnim bojenim produktima mikrokemijskih reakcija hraniva u iscijeđenom soku iz lišća ili drugih biljnih organa. Danas se sve više rabe specijalni štapići ili trake koje navlažene iscijeđenim sokom pokazuju jednu ili više nijansi (više kemijskih reakcija) određene boje. Koncentracija ispitivanog hraniva određuje se polukvantitativno prema intenzitetu boje na standardnoj karti boja.
Ove metode su vrlo brze, jeftina i pogodne za primjenu na terenu, svaki put kada se pojave simptomi poremećaja ishrane biljaka ili postoji potreba za određivanje trenutka prihrane i potrebne doze hraniva za prihranu. Kod primjene brzih kemijskih metoda preporučuje se i paralelno ispitati i svojstva tla, zbog sigurnijeg utvrđivanja potrebne gnojidbe.

Kemijske analize

Najčešće se za utvrđivanje potreba u gnojidbi i prihrani primjenjuje folijarna analiza. Kod mlađih biljaka za analizu se uzimaju cijele biljake (npr. pšenica u busanju), a kod starijih biljaka najčešće lišće ili samo peteljke ili pak određeno lišće (trolist kod soje je to vršni trolist u cvjetanju, kod kukuruza list ispod klipa u svilanju).

Biokemijske metode se koriste za procjenu razine opskrbljenosti biljaka hranivima mjerenjem promjene aktivnosti pojedinih enzima. Konstitucijski elementi (N, P i S) i neki metali (Fe, Mn, Mo, Cu, Zn) sastavni su dio enzima. Neki metalni ioni imaju ulogu aktivacije enzima (K, Mg, Mn), dok neki teški metali mogu biti inhibitori enzimatskih aktivnosti (Cu, Pb, Hg, Cd).

Od biokemijskih metoda često se koristi utvrđivanje aktivnosti nitratne reduktaze koja dobro korelira s ishranjenosti biljke dušikom. Porastom koncentracije NO_3^- u biljkama raste aktivnost nitratne reduktaze i koncentracija reduciranog oblika dušika u biljci, što

dovodi do brže sintezu proteina i porasta biljaka. Stoga intenzivnija aktivnost nitratne reduktaze ukazuje na jače usvajanje $N\text{-}NO_3^-$, ali i predstojeći brži porast biljaka. Ova metoda nema široku, niti univerzalnu primjenu jer na aktivnost NR jako utječu ekološki čimbenici kao što su promjena temperature i osvijetljenosti.

3.1. Primjena analize biljne tvari

Analiza biljaka se u praksi slabije primjenuje od analize tla, jer rezultati imaju ograničenu praktičnu vrijednost, jer se nedostatak elemenata često utvrđuje kada je već kasno za bilo koju intervenciju. Najbolje rezultate daje kada se primjenjuje zajedno s analizom tla i/ili vizualnom dijagnostikom. Analizom biljne tvari se može ustanoviti nedostatak nekog hraniva i prije nego se pojave simptomi nedostatka (skriveni nedostaci), što omogućava i pravovremenu korekciju gnojidbom. Rezultati analize pokazuju razinu ishranjenosti biljke, koja može biti: izraženi nedostatak, skriveni nedostatak, optimalna snabdjevenost, visoka i previsoka snabdjevenost elementom ishrane. Dvije posljednje kategorije izazivaju poremećaj odnosa vegetativnih i generativnih organa (žetveni indeks), a mogu izazvati niz fizioloških poremećaja i smanjenu kvalitetu proizvoda. Dakle, ova metoda daje dobre rezultate kada se primjenuje u ranijim fazama vegetacije, jer tada može biti dobra podloga za izradu gnojidbenih preporuka. *(Vukadinović , Bertić 2013.).*

3.2. Uzimanje uzoraka za folijarnu analizu

Zbog heterogenosti materijala i dobre interpretacije rezultata važno je dobiti reprezentativni uzorak biljaka koje se ispituju. Kod izbora biljnog dijela i vremena uzorkovanja treba voditi računa o odnosu koji ispitivani element ima s prinosom ili njegovom akumulacijom u biljci. Cijela biljka uzima se kao uzorak za analizu kod mladih biljaka ili u slučajevima kada se želi eliminirati utjecaj translokacije na raspored elemenata po biljnim dijelovima, dok se kod starijih uzimaju pojedini organi ili dijelovi biljke, koji su razvijeni i fiziološki aktivni. Mogu se uzimati cijeli listovi s lisnom peteljkom ili samo lisne plojke ili peteljke, ovisno o elementu koji se ispituje.

Folijarne analize trebalo bi raditi u nekoliko navrata tijekom vegetacije, jer se potreba biljaka prema elementima ishrane, kao i njegov sadržaj u biljkama mijenja ovisno i biotičkim i abiotičkim čimbenicima. Time se lakše i točnije mogu predvidjeti i primijeniti odgovarajuće mjere za njihovu korekciju. Za određivanja prihrane analize se rade u ranim

fazama razvoja biljaka, a za procjenu stanja ishranjenosti biljaka, bira se vrijeme kada su potrebe za hranivima najveće (kraj intenzivnog rasta i početak obrazovanja generativnih organa). Kod intenzivne pojave simptoma nedostatka elemenata mineralne ishrane, uzorkovanje i analiza biljne tvari rade se odmah. Radi što sigurnije dijagnoze i preporuke uputno je zbog komparacije posebno uzeti uzorke oštećenih i uzorke zdravih biljaka s iste parcele.

Tablica 4. Uzorkovanje biljaka za kemijsku analizu nekih biljnih vrsta *(Bergmann and Neuberth, 1976)*

Biljka	Vrijeme uzorkovanja	Biljni dio	Veličina uzorka
Krumpir	Početak obrazovanja krtola	Gornji razvijeni list s lisnom peteljkom	50 listova
	Početak cvatnje		
	Kraj cvatnje		
Lisnato povrće (salata, špinat)	Sredina vegetacije	Potpuno razvijeni list	35-55 biljaka
Kupus	Stadij rozete	Srednji listovi rozete	10-20 biljaka
Krastavci i dinja	Prije obrazovanja plodova	Listovi uz osnovu glavne vriježe	20-30 biljaka
Celer	Visina biljaka 30p-40 cm	Peteljka potpuno razvijenih listova	15-30 biljaka
Rajčica (na otvorenom)	Prije ili tijekom cvatnje	Treći ili četvrti list od vrha	20-25 biljaka
Korijenasto povrće (luk, cikla, mrkva)	Prije obrazovanja krtola, lukovice ili zadebljanja korijena	Srednji list rozete	20-30 biljaka

3.3. Veličina uzorka

Uzorak biljnog materijala, kao i uzorak tla, mora biti reprezentativan i prosječan za površinu s koje se uzima, pa treba obuhvatiti što više biljaka. Heterogenost biljnog materijala javlja se na površinama neujednačenih agrokemijskih svojstva ili zbog neravnomjerne raspodjele gnojiva, što se uočava po boji ili izgledu biljaka. Zato neujednačen materijal zahtjeva veći broj uzoraka, u većini slučajeva broj listova u uzorku je 50-200, ne više od dva s jedne biljke.

Kod ranog uzorkovanja (cijeli nadzemni dio), veličina uzorka iznosi oko 1 kg svježe mase, a uzorak peteljki čini oko 400 pojedinačnih. Površina s koje se biljni materijal uzima ovisi o heterogenosti terena i biljnoj vrsti i iznosi 0.5 do 25 ha. Raspored poduzoraka može biti po dijgonalama parcele, po mrežnom sustavu, cik-cak oblika, ili po redovima (širokoredne i višegodišnje kulture). Kako vanjski čimbenici imaju utjecaja na rezultate analize, uzorkovanje nije preporučeno poslije dužeg kišnog razdoblja, suše ili mraza, te kod biljaka koje su oštećene napadom bolesti ili štetnika.

3.4. Postupak s uzorcima biljne tvari

Zbog mogućih kemijskih i biokemijskih promjena, u svježoj biljnoj masi, uzorke treba što prije dostaviti laboratoriju. Najbolje ih je transportirati u ručnim hladnjacima na 0^{o}C, a u laboratoriju se suše na 60-80 ^{o}C. Uzorci koji su kontaminirani zemljom, prašinom ili ostacima folijarnih gnojiva ili pesticida, predhodno se peru vodom, detergentom ili nekom helatnom otopinom. Oprani i osušeni uzorci se melju, stavljaju u označene papirnate vrećice i čuvaju u suhoj i mračnoj prostoriji.

4. Interpretacija rezultata analiza biljne tvari

Analiza biljnog tkiva treba utvrditi eventualne poremećaje u ishrani biljaka tijekom vegetacije. Odnos između koncentracije hranjiva i prinosa ima tri odvojena područja:
1) najniža koncentracija hraniva gdje će gnojidba povećati prinose
2) zona tranzicija (kritična razina hraniva) u kojem usjev može ili ne može odgovoriti na gnojidbu i
3) zona dostatnosti u kojoj daljnjim povećanjem koncentracije hraniva prinos ne povećava. Kod najviših razina koncentracije hraniva gnojidba može imati i toksični učinak, te dovesti do drastičnog opadanja prinosa. Kod određivanja gnojidbenih preporuka, kritična razina hraniva (2) predstavlja razinu koju gnojidbom treba doseći, a nakon toga samo održavati. Stupanj ishranjenosti biljaka u odnosu na simptome dobro ilustrira slijedeća tablica:

Tablica 5. Skala za određivanje ishranjenosti biljaka *(Vukadinović, Vukadinović, 2011.)*

A	B	C	D	E	Porast
Akutni majak	Prikriveni manjak	Dobra opskrba	Luksuzna opskrba	Otrovna količina	koncentracije hraniva
Granično područje simptoma	(latentni)	Granično područje prinosa		Granično područje otrovnosti	

Kada je koncentracija hraniva iznad razine dobre obskrbe nema potrebe za gnojidbom na veće rezerve, jer se neće dobiti ekonomski opravdani rezultati. U tom smislu je jako važno u analizi koristiti metode čiji rezultati se mogu dobro interpretirati. Za opću orijentaciju mogu poslužiti prosječne vrijednosti iz tablice 6.

Laboratoriji koji se bave agrokemijskim analizama uglavnom koriste literaturne izvore „graničnih vrijednosti“ za tumačenje rezultata analiza, stoga je jako važno da se uvijek vežu uz isti izvor, jer se oni međusobno više ili manje razlikuju

Tablica 6. Kritične koncentracije elemenata u biljne tvari *(Bennett, 1993)*

Element %	Nedovoljno	Optimalno	Toksično
N	< 2.0	2.0 - 5.0	-
P	<0.2	0.2-0.5	-
K	< 1.0	1.0 - 5.0	-
Ca	< 0.1	0.1 - 1.0	-
Mg	< 0.1	0.1 - 0.4	-
S	< 0.1	0.1 - 0.3	-
Element ppm	Nedovoljno	Optimalno	Toksično
Fe	< 50	50 - 250	-
Zn	15-20	20 - 300	> 300
Mn	10-20	20 - 300	> 300
Cu	3-5	5-20	>20
B	< 10	10 - 100	> 100
Mo	< 0.1	0.1 – 0.5	> 0.5
Cl	< 0.2	0.2 - 2.0	> 2.0
Si	< 0.2	0.2 - 2.0	-
Na	< 1.0	1.0 - 10	-
Co	< 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5
V	< 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5

5. Utvrđivanje potrebe u gnojidbi

Za dobru procjenu doze gnojiva potrebno je prvo poznavati potrebe pojedine biljne vrste i stanje raspoložvih hraniva u tlu. Dijagnoza stanja temelji se na analizi tla i biljne tvari, kao i vizualnim simptomima deficita (ili suficita) hranjivih elemenata. Proračun količine hraniva potreban za dobivanje planiranog prinosa izvodi se na temelju prosječne koncentracije biogenih elemenata u usjevu i pripadajućem dijelu žetvenih ostataka , uzimajući u obzir i efikasnosti gnojidbe pojedinim hranjivim elementom. Pri tome treba imati u vidu da zbog genetske specifičnosti mineralne ishrane i interakcije s agroekološkim uvjetima, elementarni sastav različitih kultivara (sorti ili hibrida) može znatno varirati *(Vukadinović, Bertić 2013).*

. Za izračun količine potrebnnih gnojiva često se koriste tablice koje dijele tla na više klasa snabdjevenosti i daju koeficijente povećanja ili umanjenja teoretski potrebnih količina hraniva. kao primjer može poslužiti slijedeća tablica:

Tablica 7. Potrebna količina aktivne tvari (%) ovisno o klasi opskrbljenosti tla [9]

Opskrbljenosti tla	Gnojidbom je potrebno dodati posto od količine hraniva koja se odnosi prirodom		
	N	P_2O_5	K_2O
Niska	100 - 120 %	150 - 200 %	125 - 150 %
Srednja	80 - 100 %	100 - 150 %	100 - 125 %
Dobra	60 - 80 %	100 %	100 %

Gnojiva se koriste u skladu s potrebama biljaka u odnosu na očekivanu visinu prnosa i njegovoj kvaliteti, vodeći pri tome računa i o utjecaju gnojiva na okoliš. Pri gnojidbi bi trebalo voditi računa o bilanciranju unešenih i iznešenih hraniva.

5.1. Gnojidba hortikulturnih vrsta prema analizi biljne tvari

Analiza biljne tvari može se izvoditi kao redovita mjera, zbog utvrđivanja stanja ishranjenosti biljaka ili latentnog nedostatka nekog od elemenata, ali najčešće se primjenjuje nakon vizualnog dijagnosticiranja simptoma poremećaja ishrane. Potrebe za

gnojidbom procjenjuju se prema dobivenim analitičkim vrijednostima, uspoređivanjem s tabličnim podatcima za određeni element i biljnu vrstu.

Utvrđivanje „graničnih vrijednosti“ elemenata u biljci zahtjevan je, dugotrajni i skup postupak, povezan s prikupljanjem velikog broja analitičkih podataka iz egzaktnih vegetacijskih pokusa. U praksi se najviše koriste tablice koje su kreirali njemački istraživači *Bergmann and Neubert (1986, 1988).*

5.1.1. Višegodišnji nasadi

Procjena za gnojidbu višegodišnjih nasada nekim makro i mikroelementima može se izvesti prema slijedećim tablicama:

Tablica 8. Optimalne koncentracije makroelemenata (%) u listovima višegodišnjih nasada *(Bergmann, 1986)*

Vrsta	N	P	K	Ca	Mg
Jabuka (srednje lišće VII/VIII mjesec)	2.2-2.8	0,2-0,35	1.1-1.8	1.3-1,08	1,3-2
Kruška (srenje lišće VII/VIII mjesec)	2,3-2,8	0,15-0,3	1,2-2	1,2-1,8	0,25-0,5
Kajsija (srednje lišće VI/VII mjesec)	2,2-3,2	0,18-0,35	2-3,2	1,2-2,5	0,3-0,6
Breskva (srenje lišće VII/VIII mjesec)	2,2-3,2	0,18-0,35	1,5-3	1,5-2,5	0,3-0,6
Šljiva (srenje lišće VII/VIII mjesec)	2,2-3,2	0,18-0,35	1,5-3	1,5-2,5	0,3-0,6
Višnja (srednje lišće VI/VII mjesec)	2,8-3,2	0,2-0,35	0,6-2	1,6-2,5	0,3-0,5
Trešnja (srednje lišće VI/VII mjesec)	2,6-3	0,18-0,3	1,6-2	1,2-2	0,3-0,5
Limun (razvijeni listovi)	2,2-3	1,15-0,3	1,2-2	3-8	0,2-0,5
Orah (srednji par perastih listova VII/VIII mjesec	2,2-3,5	0,15-0,4	1,2-3	0,8-1	0,3-0,7
Jagoda (razvijeni listovi srednje rozete u cvatnji)	2,5-3,2	0,25-0,4	1,5-2,5	0,8-1.5	0,25-0,6
Malina (razvijeni listovi srednje rozete u cvatnji)	2,8-3,5	0,25-0,5	1,5-2,5	0,8-1.5	0,25-0,6
Crni ribiz (razvijeni listovi srednje rozete u cvatnji)	2,6-3,2	0,2-0,4	1,5-2.5	0,8-1,5	0,25-0,6

Tablica 9. Optimalne koncentracije mikroelemenata ppm) u listovima višegodišnjih nasada *(Bergmann, 1986)*

Vrsta	B	Mo	Cu	Mn	Zn	Fe
Jabuka (srednje lišće VII/VIII mjesec)	25-50	0.10-0.30	5-12	30-150	40-280	-
Kruška (srenje lišće VII/VIII mjesec)	20-50	0.10-0.30	5-12	30-150	15-50	60-240
Kajsija (srednje lišće VI/VII mjesec)	20-60	0.10-0.30	5-12	3-150	15-50	60-140
Breskva (srenje lišće VII/VIII mjesec)	20-60	0.10-0.30	5-7	30-150	15-50	60-400
Šljiva (srenje lišće VII/VIII mjesec)	30-60	0.10-0.30	5-12	25-150	15-50	60-200
Višnja (srednje lišće VI/VII mjesec)	30-60	0.10-0.30	5-12	35-150	15-50	120-125
Trešnja (srednje lišće VI/VII mjesec)	30-60	0.10-0.30	5-12	30-150	15-50	195
Limun (razvijeni listovi)	25-60	0.25-1-00	6-15	25-125	20-60	>60
Orah (srednji par perastih listova VII/VIII mjesec	30-80	0.20-0.50	5-12	30-150	15-60	-
Jagoda (razvijeni listovi srednje rozete u cvatnji)	30-70	0.20-1.00	7-15	40-150	20-0	70-80
Malina (razvijeni listovi srednje rozete u cvatnji)	35-80	0.20-0.50	7-15	35-150	20-70	-
Crni ribiz (razvijeni listovi srednje rozete u cvatnji)	25-50	0.10-0.30	5-12	30-150	40-280	-

Sadržaj elemenata u listovima mladih voćaka viši je nego u rodnih i analize nisu dovoljno pouzdane, pa se uzorci uzimaju u propisano vrijeme, što je za većinu vrsta sredinom ljeta (tablica 9.). U voćnjacima neujednačenog izgleda biljaka, treba uzimati veći broj uzoraka, dok je na homogenim površininama dovoljno uzeti prosječni uzorak s 3-5 ha površine.

Listovi koji se skidaju moraju biti zdravi i neoštećeni, uzimaju se s umjereno opterećenih stabala, za svaku sortu ili tretman, s približno iste visine stabla. Kod jabučastog i koštuničavog voća prosječni uzorak se sastoji od 75-100 listova, kod maline 20-40, a kod jagode 45-75 listova.

U nasadu vinove loze za prosječni uzorak se uzimaju potpuno razvijeni listovi zajedno sa stapkom (100-200 listova) i to s lastara u blizini grozda. Trebalo bi uzorkovati nekoliko puta tijekom vegetacije (2-4 puta) u razdoblju cvatnja-puna zrioba, a prosječni uzorak uzima se s 3-5 ha.

5.1.2. Povrtlarske kulture

Slično ratarskim usjevima, uzorkovanje povrća obavlja se kod potpuno razvijenih listova, koji najbolje odražavaju stanje ishranjenosti. Kod pojave simptoma nedostatka nekog elementa, folijarne analize se rade više puta tijekom vegetacije.

Broj uzoraka određuje se prema veličini i homogenosti parcele, a prosječni uzorak uzima se s manje površine negoli za usjeve (0.1-0.5 ha), prema jednoj od shema uzorkovanja, koja obuhvaća cijelu površinu parcele.

Folijarna analiza ima najveću praktičnu primjenu u višegodišnjih drvenastih kultura, a rezultati koji pokazuju stanje ishranjenosti biljaka u vrijeme uzorkovanja, korisna su informacija za naredno razdoblje, posebice ako ukazuju na potrebu korekcionih mjera gnojidbe. Kada se analize rade svake godine, uzorkuje se u isto vrijeme, zbog uspoređivnja rezultata. Za procjenu ishranjenosti višegodišnjih nasada također se primjenjuju tablice graničnih vrijednosti (tablice 7. i 8.).

Broj uzoraka određuje se prema veličini i homogenosti parcele, a prosječni uzorak uzima se s manje površine negoli za usjeve (0.1-0.5 ha), prema jednoj od shema uzorkovanja, koja obuhvaća cijelu površina parcele.

Tablica 10. Optimalni sadržaj makroelemenata (%) u listovima nekih povrtnih vrsta *(Bergmann 1986)*

Povrće	N	P	K	Ca	Mg
Cvjetača (srednji listovi u cvatnji)	3.00-4.50	0.40-0.70	3.20-4.20	1.00-1.50	0.25-0.50
Kupus (razvijeni listovi glavice)	3.70-4.50	0.30-0.50	3.00-4.00	1.50-2.00	0.25-0.50
Krastavac (srednji listovi u cvatnji)	2.80-5.00	0.30-0.60	2.50-5.40	5.00-9.00	0.50-1.00
Salata (srednji razvijeni list)	4.00-5.00	0.45-0.60	4.20-6.00	1.20-2.10	0.35-0.60
Mrkva (nadzemni dio)	2.00-3.50	0.30-0.50	2.70-4.00	1.20-2.00	0.40-0.80
Paprika (mladi razvijeni list sredinom vegetacije)	3.00-4.50	0.30-0.60	4.00-5.40	0.40-1.00	0.30-0.80
Celer (srednji razvijeni list sredinom vegetacije)	2.80-4.00	0.30-0.60	3.50-6.00	0.40-1.50	0.25-0.60
Špinat (mladi razvijeni list)	3.80-5.00	0.40-0.60	3.50-5.30	0.60-1.20	0.35-0.89
Rajčica (gornji list prve etaže)	4.00-5.50	0.40-0.65	3.00-6.00	3.00-4.00	0.35-0.80
Crni luk (listovi sredinom vegetacije)	2.00-3.00	0.25-0.40	2.50-3.00	0.60-1.50	0.25-0.50

Tablica 11. Optimalni sadržaj mikroelemenata (ppm) u listovima nekih povrtnih vrsta *(Bergmann 1986)*

Povrće	B	Mo	Cu	Mn	Zn
Cvjetača (srednji listovi u cvatnji)	30-80	0.50-1.00	5-12	30-150	30-70
Kupus (razvijeni listovi glavice)	25-80	0.40-0.70	5-12	30-150	20-60
Krastavac (srednji listovi u cvatnji)	40-80	0.80-2.00	7-15	60-200	35-80
Salata (srednji razvijeni list)	25-60	0.20-1.00	7-15	30-150	30-80
Mrkva (nadzemni dio)	30-80	0.50-1.50	7-15	50-150	30-80
Paprika (mladi razvijeni list sredinom vegetacije)	40-80	0.20-0.60	8-15	30-150	20-60
Celer (srednji razvijeni list sredinom vegetacije)	30-80	0.50-1.50	6-12	40-150	30-70
Špinat (mladi razvijeni list)	40-80	0.30-1.00	7-15	40-150	20-70
Rajčica (gornji list prve etaže)	40-80	0.30-1.00	6-12	40-150	30-80
Crni luk (listovi sredinom vegetacije)	30-50	0.15-0.30	7-15	40-100	20-70

Folijarna analiza ima najveću praktičnu primjenu u višegodišnjih drvenastih kultura, a rezultati koji pokazuju stanje ishranjenosti biljaka u vrijeme uzorkovanja, korisna su informacija za naredno razdoblje, posebice ako ukazuju na potrebu korekcionih mjera gnojidbe. Kada se analize rade svake godine, uzorkuje se u isto vrijeme, zbog uspoređivnja rezultata. Za procjenu ishranjenosti višegodišnjih nasada također se primjenjuju tablice graničnih vrijednosti.

6. ZAKLJUČAK

Ishrana bilja i fertilizacija usko su povezane, a racionalna i ekonomski isplativa gnojidba mora odgovarati potrebama i stanju biljaka (usjeva, povrća, nasada). Pri tome treba voditi računa o snabdjevenosti tla elementima ishrane i stanju ishranjenosti biljke. Bez dobro proračunate gnojidbe ne mogu se postići visoki i stabilni prinosi odgovarajuće kakvoće proizvoda, niti profitabilna proizvodnja. Zato se gnojidba često smatra jednom od najvažnijih agrotehničkih mjera u primarnoj organskoj produkciji.

Potrebe u gnojidbi biljnih vrsta mogu se odrediti nizom praktičnih metoda, od analize tla i biljnog materijala do primjene nedestruktivnih (senzorskih) metoda. Najviše se u praksi, prvenstveno za usjeve primjenjuje kontrola plodnosti tla, kao organizirana mjera analize tla i davanja gnojidbenih preporuka.

Analiza tla za gnojidbene preporuke važna je i za višegodišnje hortikulturne vrste, ponajviše u fazi zasnivanja nasada, kada se određuju potrebe u meliorativnoj gnojidbi (kalcizacija, fosfatizacija, humizacija). Međutim, kod uzgoja sezonskih hortikulturnih vrsta, često bolje rezultate daje primjena analize biljnog materijala kojima predhodi vizualna dijagnostika .

Vidljive promjene na biljkama, kao simptomi nedostatka ili suviška elemenata ishrane, rezultat su promjena koje se dešavaju u metabolizmu biljaka i specifične su za pojedini element i/ili biljnu vrstu. Najčešće se pojavljuju kloroze-promjene u boji lišća i drugim dijelovima biljke, koje mogu biti različitih oblika i nijansi. I oni su samo indikacija za konačnu dijagnozu, pa se uz vizualnu dijagnostiku, koja samo upozorava na poremećaje, preporuča analiza tla i/ili biljne tvari.

Laboratoriji koji se bave agrokemijskim analizama uglavnom koriste literaturne izvore „graničnih vrijednosti“ za tumačenje rezultata analiza, stoga je jako važno da se uvijek vežu uz isti izvor, jer se oni međusobno više ili manje razlikuju.

Za interpretaciju rezultata analiza u našoj se zemlji još uvijek koriste strane literaturne vrijednosti. Trebalo bi provesti ispitivanja u našim agroekološkim uvjetima i na našim kultivarima, te formirati jedinstvenu bazu podataka, dostupnu svim proizvođačima. Time bi se pomoglo sustavu odlučivanja u provođenju skupe agrotehničke mjere-gnojidbe.

7. POPIS LITERATURE

1. Bennett, W. F. (1993): Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants. EditorBennett, W. F.
2. Bergmann, W., Neubert P. (1976): Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. VEB Gustav Fisher Verlag, Jena.
3. Bergmann, W. (1988): Ernährungsströrungen bei Kulturpflanzen. VEB Gustav Fisher Verlag, Jena.
4. Mengel, K., Kirkby E. A. (1987): Principles of Plant Nutrition. 5th Edition Edited by Konrad Mengel Justus Liebig University, Giessen, Germany.
5. Epstein E. (1972): Mineral Nutrition of Plants. Principles and Perspective. New York, USA, John Wiley and Sons, Inc.
6. Kastori R., Petrović N (2003): Nitrati u povrću. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.
7. Vukadinović V., Vukadinović V. (2011): Ishrana bilja. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
8. Vukadinović V., Bertić B. (2013): Filozofija gnojidbe. Studio HS Internet d.o.o. Osijek.

Internet izvor:

1. PLAN GNOJIDBE I PRIHRANE VOĆNJAKA ORGANSKIM GNOJIVIMA
http://grama.com.hr/plan-gnojidbe-i-prihrane-vocnjaka-organskim-gnojivima
(5. svibnja 2014)
2. ANALIZA TLA U DOLINI NERETVE
http://vocarstvo.org/Clanak.aspx?idPodSadrzajJezik=13886 (23. travnja 2014)
3. SYMPTOMS OF DEFICIENCY IN ESSENTIAL MINERALS
http://5e.plantphys.net/article.php?ch=5&id=289 (12. travnja 2014)
4. VAŽNOST MIKROHRANIVA U ISHRANI BILJA
http://www.agroklub.com/ratarstvo/vaznost-mikrohranjiva-u-ishrani-bilja/10412/
(3. ožujka 2014)
5. ČASOPIS „POVRTARSKI GLASNIK“:PARADAJZ
http://www.poljoberza.net/AutorskiTekstoviJedan.aspx?ime=PG281000.htm&autor=7
(10. lipnja 2014)

6. VRT U VOĆNJAKU I VINOGRADU-VINOGRADARSTVO
http://www.povrce.com/?A=AKS&SIF=10004&V= (4. svibnja 2014)
7. ISHRANA POVRĆA I GNOJIDBA
http://www.savjetodavna.hr/?page=savjeti,17,97 (25. travnja 2014)
8. PLODNOST (PRODUKTIVNOST) TLA
http://ishranabilja.com.hr/literatura/ishrana_bilja/Plodnost_tla.pdf (21. svibnja 2014)
9. GNOJIDBENE PREPORUKE
http://ishranabilja.com.hr/dokumenti/Gnojidbene%20preporuke.pdf (2.lipnja 2014)
10. GNOJIDBA
http://nss.com.hr/gnojidba.htm (20. svibnja 2014)

8. SAŽETAK

Primjena vizualne dijagnostike brza je indikatorska metoda utvrđivanja stanja ishranjenosti biljaka tijekom vegetacije. Primjenjuje se posebice kod uzgoja profitabilnih biljnih vrsta (povrće, cvijeće) i trajnih nasada. Poljoprivrednici koji se bave proizvodnjim na istom terenu duži niz godina lakše zapažaju simptome poremećaja ishrane i određuju njihove uzroke (sezonske promjene klimatskih uvjeta i agrotehnike) te pravovremeno poduzimaju odgovarajuće mjere.

Zbog sigurnosti i ekonomičnosti proizvodnje, za određivanje potrebe u gnojidbi uz vizualnu dijagnostiku potrebno je obaviti i analizu biljne tvari. Uzoraci biljnog materijala za analizu uzimaju se ovisno o fazi vegetacije, kod mlađih biljaka uzimaju se cijele biljke, a kod starijih i razvijenijih pojedini dijelovi. Simptomi su jasni samo kod akutnog nedostatka ili suviška, pa je vizualna dijagnostika samo indikator poremećaja. Latentni (skriveni) poremećaji ishrane ne mogu se vizualno primjetiti ili se uočavaju onda kada je već prekasno za intervenciju. Zato je važno pravovremeno uočiti simptome i obaviti potrebne analize. Za interpretaciju rezultata analiza u našoj se zemlji još uvijek koriste strane literaturne vrijednosti. Trebalo bi provesti ispitivanja u našim agroekološkim uvjetima i na našim kultivarima, te formirati jedinstvenu bazu podataka, dostupnu svim proizvođačima. Time bi se pomoglo sustavu odlučivanja u provođenju skupe agrotehničke mjere-gnojidbe.

Ključne riječi: vizualna dijagnostika, simptomi nedostatka, analiza biljne tvari, gnojidba.

9. SUMMARY

Visual diagnosis is fast method that can provide an indication of the nutritional status of plants during the growing season. It is especially applicable in profitable plant

productions (vegetables, flowers) and permanent crops. Farmers who produce on the same field for many years easier notice symptoms of disorders in plant nutrition status and they can be linked to changes in climate conditions and agrotechnical practices, and promptly take appropriate measures. Due to the security and economy of production, to determine fertilizer requirements in addition to visual diagnosis is necessary use the plant tissue analysis. Samples of plant material for analysis shall be taken depending on the stage of growth, related to younger crops whole plants are taken, and for older/permanent crops individual meture parts are collected.

The symptoms are cleary seen only if the acute deficiency or excess exists, and visual diagnostic is only the indicator of disorders. Latent (hidden) nitritional disorders can not be visually noticed or perceived so it is often too late for intervention when they occure. Therefore, it is important to timely notice symptoms and carry out the required analysis. For interpretation of the results of plant tissue analysis in our country foreign literature data is still being used. It would be of great importance to conduct research in our environmental conditions and our cultivars, and form a single database, accessible to all producers. This would help in providing decision making system in the implementation of costly agrotehnical measure- fertilization.

Keywords: visual diagnosis, symptoms of deficiency, plant tissue analysis, fertilizing.

10. POPIS TABLICA

Tablica 1. Elementi biljne ishrane, oblik usvajanja i neke funkcije biogenih elemenata *(Mengel, Kirkby, 1987)*

Tablica 2. Koncentracija biogenih elemenata u svježoj biljnoj tvari *(Epstein, 1972))*

Tablica 3. Biljke indikatori nedostatka nekih elemenata *(Bergmann, 1988)*

Tablica 4. Uzorkovanje biljaka za kemijsku analizu nekih biljnih vrsta *(Bergmann and Neuberth, 1976)*

Tablica 5. Skala za određivanje ishranjenosti biljaka *(Vukadinović, Vukadinović, 2011.)*

Tablica 6. Kritične koncentracije elemenata u biljnom tkivu *(Bennett, 1993)*

Tablica 7. Potrebna količina aktivne tvari (%) ovisno o klasi opskrbljenosti tla [9]

Tablica 8. Optimalne koncentracije makroelemenata (%) u listovima višegodišnjih nasada (Bergmann, 1986)

Tablica 9. Optimalne koncentracije mikroelemenata ppm) u listovima višegodišnjih nasada *(Bergmann, 1986)*

Tablica 10. Optimalni sadržaj makroelemenata (%) u listovima nekih povrtnih vrsta *(Bergmann 1986)*

Tablica 11. Optimalni sadržaj mikroelemenata (ppm) u listovima nekih povrtnih vrsta (Bergmann 1986)

11. POPIS SLIKA

Slika 1. Nedostatak dušika na rajčici *Lycopersicon esculentum* [3]

Slika 2. Simptomi slabijeg i intenzivnijeg nedostatka dušika na listu trešnje [2]

Slika 3. Nedostatka P na rajčici [5]

Slika 4. Nedostatk P na rajčici [5]

Slika 5. Nedostatak fosfora na plodovima limuna [2]

Slika 6. Prvi simptomi nedostatka kalija na rajčici [5]

Slika 7. Izraženi nedostatak kalija na rajčici [3]

Slika 8. Opći simptomi nedostatka elemenata ishrane *(Vukdinović, Bertić, 2013*

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Završni rad

PRIMJENA VIZUALNE DIJAGNOSTIKE I ANALIZE BILJNE TVARI U HORTIKULTURI

APPLICATION OF THE VISUAL DIAGNOSIS AND PLANT TISSUE ANALYSIS IN HORTICULTURE

Antea Kordić

SAŽETAK:
Metoda vizualne dijagnostike brza je indikatorska metoda utvrđivanja stanja ishranjenosti biljaka tijekom vegetacije. Primjenjuje se posebice kod profitabilnih biljnih vrsta (povrće, cvijeće) i trajnih nasada. Poljoprivrednici koji se bave proizvodnjim na istom terenu duži niz godina lakše zapažaju simptome poremećaja ishrane i mogu ih lako povezati s promjenama klimatskih uvjeta i agrotehnike, te pravovremeno poduzeti odgovarajuće mjere. Zbog sigurnosti i ekonomičnosti proizvodnje, za određivanje potrebe u gnojidbi uz vizualnu dijagnostiku potrebno je obaviti i analizu biljne tvari. Uzorci biljnog materijala za analizu uzimaju se ovisno o fazi vegetacije, kod mlađih biljaka uzimaju se cijele biljke, a kod starijih pojedini razvijeni dijelovi. Simptomi su jasni samo kod akutnog nedostatka ili suviška, pa je vizualna dijagnostika samo indikator poremećaja. Latentni (skriveni) poremećaji ishrane ne mogu se vizualno primjetiti ili se uočavaju onda kada je već prekasno za intervenciju. Zato je važno pravovremeno uočiti simptome i obaviti potrebne analize. Za interpretaciju rezultata analiza u našoj se zemlji još uvijek koriste strane literaturne vrijednosti. Trebalo bi provesti ispitivanja u našim agroekološkim uvjetima i na našim kultivarima, te formirati jedinstvenu bazu podataka, dostupnu svim proizvođačima. Time bi se pomoglo sustavu odlučivanja u provođenju skupe agrotehničke mjere-gnojidbe.

Ključne riječi: vizualna dijagnostika, simptomi nedostatka, analiza biljne tvari, gnojidba.

SUMMARY:
Visual diagnosis is fast method that can provide an indication of the nutritional status of plants during the growing season. It is especially applicable for profitable plant productions (vegetables, flowers) and permanent crops. Farmers who produce on the same field for many years easier notice symptoms of disorders in plant nutrition status and they can be linked to changes in climate conditions and agrotechnical practices, and promptly take appropriate measures. Due to the security and economy of production, to determine fertilizer requirements in addition to visual diagnosis is necessary use the plant tissue analysis. Samples of plant material for analysis shall be taken depending on the stage of growth, related to younger crops whole plants are taken, and for older/permanent crops individual meture parts are collected. The symptoms are cleary seen only if the acute deficiency or excess exists, and visual diagnostic is only the indicator of disorders. Latent (hidden) nitritional disorders can not be visually noticed or perceived so it is often too late for intervention when they occure. Therefore, it is important to timely notice symptoms and carry out the required analysis. For interpretation of the results of plant tissue analysis in our country foreign literature data is still being used. It would be of great importance to conduct research in our environmental conditions and our cultivars, and form a single database, accessible to all producers. This would help in providing decision making system in the implementation of costly agrotehnical measure- fertilization.

Keywords: visual diagnosis, symptoms of deficiency, plant tissue analysis, fertilizing.

Datum obrane: _____