

Priporočila za tolmačenje foliarnih analiz



Publikacija ja nastala v okviru projekta SOLJKE – Spodbujanje javno-zasebnega partnerstva z razvojem inovativnih proizvodov v oljkarstvu, ki ga sofinancirata Evropska unija iz Evropskega kmetijskega sklada za razvoj podeželja in Republika Slovenija v okviru Programa razvoja podeželja 2014–2020.

Za vsebino je odgovorno Znanstveno-raziskovalno središče Koper. Organ upravljanja, določen za izvajanje Programa razvoja podeželja za obdobje 2014–2020, je Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

Priprava vsebine: Rok Babič, Jakob Fantinič in dr. Maja Podgornik

1. Uvod

Po starodavnem ljudskem izročilu velja, da ima »sveti Valentin ključ do korenin«, saj se takrat narava prebudi in se lahko pričnejo prva opravila v oljčniku. Gnojenje je prav gotovo poleg rezi prvo opravilo, ki ga mora oljkar izvesti v svojem oljčniku, da bo zagotovil osnovne pogoje za nemoteno rast in razvoj rastlin.

V letošnjem letu gnojenje predstavlja poseben izziv, saj so se, tako kot druge osnovne dobrine, podražila tudi gnojila. Racionalna in učinkovita poraba gnojil je pri aktualni 100-% podražitvi gnojil nujna bolj kot kadarkoli prej. Izhodiščna načela racionalne rabe gnojil, ki temeljijo na zadovoljevanju prehranskih potreb oljčnika, zmanjševanju negativnih vplivov gnojenja na okolje ob hkratnem zagotavljanju konstantnih in kakovostnih pridelkov ter izogibanju prekomernemu vnosu hranil, so že zelo dobro poznana slovenskemu oljkarju. Kljub temu prihaja na terenu do različnih praks in prepričanj pri dodajanju in rabi gnojil. In tako je tudi prav, saj je vsak oljčnik svoj »unikum«, tako z vidika velike heterogenosti fizikalnih in kemijskih lastnosti tal, ki so močno odvisne od matične podlage in hitrosti njenega preperevanja, kot tudi agrotehničnih ukrepov, zgodovine dosedanjega gnojenja, vsebnosti vode in organske snovi v tleh ter starosti in kondicije dreves v oljčniku. Zato ni mogoče oblikovati splošnega recepta oz. priporočila, ki bi veljal uniformno za vse oljčnike.

V splošnem pa vsekakor velja, da moramo pri gnojenju zagotoviti samo hranila, ki jih drevo zahteva v določenem času, in le, če obstaja dokaz, da so ti elementi potrebni. Res je, da se pomanjkanje hranil pri rastlinah kaže v obliki deformacije in kloroze (razbarvanje listov), kar se pozneje odraža v slabši rasti, motnji cvetenja in dozorevanja, slabši kakovosti plodov, vendar se pogosto zgodi, da simptome pomanjkanja hranil pripisujemo boleznim ali škodljivcem. V izogib temu se zato velikokrat poslužujemo analiz lastnosti tal.

Analiza lastnosti tal je zelo dobro osnova za pripravo tal pri vzpostavitvi nasada oljk, saj le s poznavanjem vseh omejitev lahko določimo tehnološke ukrepe, s katerimi bomo zagotovili rodovitna, globoka, strukturna, s hranili primerno založena tla. Vendar pa je pri tem treba poudariti, da ima analiza tal omejeno uporabnost za določanje prehranskih potreb rastline v celotni življenjski dobi oljčnega nasada. Za doseganje visokih kakovostnih pridelkov ni dovolj le dobra preskrbljenost z dostopnimi hranili. Med najpomembnejše dejavnike, ki vplivajo na rodovitnost tal in jih je treba v prid uspešnemu oljkarstvu tudi upoštevati, so: pH oziroma kislost tal, vsebnost organske snovi, tekstura in struktura tal. Vsi ti dejavniki so medsebojno aktivno povezani in vplivajo drug na drugega ter so med seboj odvisni. Zato vsebnost hranil v tleh ni vedno povezana z rastlino. Res je, da se v primerih, ko analize tal pokažejo izjemno nizke vrednosti hranil v tleh, to kaže tudi na pomanjkanju dotičnega elementa v rastlini. Vendar se v praksi dogaja, da so tla optimalno oskrbljena z izbranim hranilom, vendar ga v rastlini primanjkuje, kar je najverjetneje posledica blokade elementa v tleh.

Najbolj tipičen primer blokade elementa v tleh je železova kloroza, ki jo povzroča pomanjkanje železa. V splošnem se primanjkljaj pojavi, ko so oljčniki zasajeni na flišnih in apnenčastih talnih podlagah, kjer rastlina zaradi visokega pH (več kot 7) in večje količine kalcija ne more absorbirati železa, ki je v tleh. Res je, da železo rastlina potrebuje v zelo majhnih količinah, vendar ima veliko pomembnih funkcij v celotni presnovi rastline in je bistvenega pomena za sintezo klorofila.

Vsebnost vseh dostopnih hranil v tleh je torej le eden izmed dejavnikov, ki vpliva na prehranjenost naših oljk. Šele z analizo listja lahko ugotovimo resnično podhranjenost drevesa z makro- ali mikroelementom.

2. Esencialni elementi (hranila) in mineralna prehrana rastlin

Elementu pravimo, da je esencialen, če je nujno potreben za pravilno delovanje metabolizma celice in je posledično odgovoren za normalno rast in razvoj rastline. Ob pomanjkanju esencialnega elementa je sklenitev življenjskega cikla rastline onemogočena. Poleg vključevanja v metabolne poti so esencialni elementi v celici nujni za strukturno celovitost rastline in osmoregulacijo rastlinskih celic ter pravilno kroženje metabolitov znotraj celice.

Poznamo 14 esencialnih elementov, ki jih razdelimo na:

- **makrohranila**, kjer je koncentracija v rastlinskem tkivu višja od 0,2 % suhe snovi, in
- **mikrohranila** s koncentracijami, nižjimi od 0,01 % suhe snovi.

Največji delež med elementi predstavljajo: ogljik (C), vodik (H), kisik (O), ki sestavljajo od 90 do 99 % rastlinske celice, te elemente rastline asimilirajo oz. vgradijo v lastno biomaso s pomočjo biokemijskih reakcij. Sledijo **primarna mineralna makrohranila**: dušik (N), fosfor (P) in kalij (K) ter **sekundarna mineralna makrohranila**: kalcij (Ca), magnezij (Mg) in žveplo (S). Mineralna makrohranila niso nujno prosto dostopna v okolju, zato jih je treba dodajati v okolje z gnojenjem. V primeru pomanjkanja ali deficita določenega esencialnega elementa zaznamo prehransko motnjo z značilnimi simptomi pomanjkanja. Bolezensko stanje, ki nastopi, je posledica onemogočene funkcije, ki jo v celici esencialni element opravlja (Lincoln in Taiz, 2002).

3. Gnojenje

Gnojenje je zelo pogosta praksa v kmetijstvu, njen namen je zadovoljiti prehranske potrebe rastlin, ko hranila v tleh niso zagotovljena v zadostnih količinah. Vse rastline potrebujejo enaka hranila za rast, obstajajo pa bistvene razlike glede na količino hranil pri različnih rastlinskih vrstah. Prav tako obstajajo razlike po hranilnih potrebah pri rastlinah iste vrste, nanje predvsem vpliva starost rastline in lastnosti tal, v katera so zasajene. Zaradi razlik v potrebah po hranilih ni mogoče podati splošnih smernic za rabo gnojil. Poudariti je treba, da moramo pri gnojenju zagotoviti določena hranila le, če obstaja dokaz, da so zares potrebna. V ta namen se poslužujemo analiz lastnosti tal in foliarnih analiz. Ti dve orodji se dopolnjujeta – analiza tal nam namreč pove, kakšna je razpoložljivost hranil v tleh in kakšna je talna struktura, s pomočjo foliarne analize pa ugotavljamo prehranjenost rastline, torej njeno sposobnost za asimilacijo hranil iz okolja (Escobar in sod., 2017).

4. Foliarna analiza

Kemijski analizi listov, s katero ugotavljamo koncentracijo posameznih esencialnih hranil ali toksičnih snovi v listu, pravimo foliarna analiza. Po Bouldu (1966) temelji metoda na naslednjih argumentih:

1. list je glavno presnovno mesto rastline;
2. spremembe v oskrbi s hranili se odražajo v spremembi lista;
3. spremembe lista zaradi sprememb v oskrbi s hranili so bolj izrazite pri listih določene razvojne faze;
4. v določeni razvojni fazi lista je koncentracija hranila v listu v tesni povezavi s kondicijo rastline.

Mineralna sestava lista je določena s stopnjo razvoja lista, vremenskimi razmerami, razpoložljivostjo hranilnih snovi in vode v tleh ter obremenjenostjo drevesa s plodovi. Foliarna analiza odraža povezavo naštetih dejavnikov.

Foliarna analiza lahko služi kot orodje, s katerim natančneje ugotavljamo:

- stanje prehranjenosti drevesa;
- motenje pri prehranjevanju rastline;
- nizke ravni hranil v rastlini, preden bi pomankanje vodilo v bolezensko stanje;

- odkrivanje toksičnosti, ki jo povzročajo previsoke koncentracije elementov, kot so klor (Cl), bor (B), natrij (Na);
- ter določamo prehranske potrebe rastline z namenom priprave gnojilnega načrta za izbrani nasad ali preverjanje učinkovitosti dotedanjega gnojenja (Escobar in sod., 2017).

Analiza listov zelo dobro dopolnjuje rezultate iz analize tal. S pomočjo rezultatov iz analize tal ugotavljamo, kakšne so koncentracije določenih snovi v tleh, s foliarno analizo pa lahko nato ugotovimo, v kolikšni meri je rastlina uspešna pri asimilaciji hranil v lastno biomaso. Med rezultati analize tal in rezultati foliarne analize lahko prihaja do diskrepanc. Dejavnikov, ki vplivajo na optimalen pretok snovi iz tal v rastlino, je mnogo, zato je foliarna analiza dober indikator uspešnosti gnojenja. Kljub temu se v praksi držimo načela, da nam foliarna analiza služi kot dopolnilo drugim metodam, zato osnovanje gnojilnega načrta zgolj na podlagi foliarnih analiz ni primerno (Brockley, 2001).

Korelacije med koncentracijami hranil v listu in prehranskim stanjem rastline se za posamezen element razlikujejo. V splošnem velja, da je **metoda odlična za odkrivanje**: pomanjkanja magnezija (Mg), mangana (Mn), fosforja (P) in kalija (K); presežek natrija (Na), klora (Cl) in bora (B); **metoda je dobra za odkrivanje**: pomanjkanja bora (B) in dušika (N); **nekoliko slabša** za interpretacijo deleža bakra (Cu), cinka (Zn) in kalcija (Ca); **metoda ni najprimernejša** za ugotavljanje prehranjenosti z železom (Fe), saj se element kopiči v listih tudi takrat, ko ga primanjkuje (Escobar in sod., 2017).



Slika 1: Pomanjkanje bora v listih oljke

5. Protokol vzorčenja za foliarne analize

Na koncentracijo hranil v listih močno vpliva veliko število dejavnikov: lokacija krošnje oziroma drevesa, starost listov, čas nabiranja in rokovanje z vzorcem, zato je ključno upoštevanje standardiziranih postopkov vzorčenja, v nasprotnem primeru dobimo rezultate, ki niso primerljivi z referenčnimi vrednostmi. Na oljki imamo v danem trenutku liste treh različnih starosti, njihove fiziološke funkcije in vsebnosti hranil se med seboj razlikujejo, zato ne vzorčimo popolnoma naključno. Iz starejših listov se hranila pretakajo v novejša, zato je koncentracija v starejših nižja, v mladih listih pa višja. Dodatno izključimo iz vzorčenja drevesa ob robu nasada (zaradi robnega efekta) in tista drevesa, ki imajo drugačen videz od ostalih. Vzorčenje je treba opraviti v času, ko so koncentracije elementov v listih stabilne, v času brstenja so namreč koncentracije dušika (N) in fosforja (P) v listih zmanjšane (Escobar in sod., 2017). Pri oljki je najbolj optimalen čas vzorčenja od julija do avgusta ali od januarja do februarja. Naberemo 250 zdravih, normalno razvitih in nepoškodovanih enoletnih listov s pecljem iz sredine poganjka pri vsaj petih različnih drevesih enake sorte in starosti. Vzorec shranimo na hladno in suho, da se izognemo razvoju plesni.

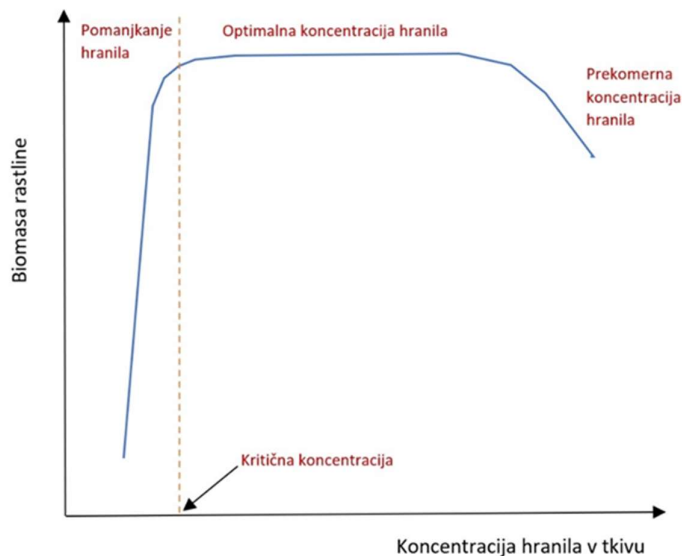
6. Kritična koncentracija hranila

Za vrednotenje rezultatov foliarne analize je pomembno poznavanje kritične koncentracije posameznega prehranskega elementa, tj. koncentracije elementa oziroma hranila v tkivu rastline, pod katero sta rast in produktivnost drevesa zmanjšani. V primeru znižanja vsebnosti hranila pod kritično koncentracijo na rastlini opazimo značilne simptome, kot so npr. rumenenje listov, rjavenje listov itd.



Slika 2: Levo: lista oljke, ki nakazujejo na pomanjkanje dušika (N). Desno: zdrava lista oljke (Escobar in sod., 2017).

Že manjše povečanje vsebnosti hranila v tkivu rastline nad kritično vrednostjo ima lahko velik vpliv na rast rastline. Največja vsebnost hranila v tkivu rastline je dosežena, ko je kritična koncentracija presežena in se z dodajanjem hranila ne spreminja več. Zelo visoke koncentracije hranila v rastlinskem tkivu po večini niso toksične za rastlino, lahko pa zaradi antagonizma vplivajo na porabo ostalih hranil in s tem na celoten metabolizem rastline (Escobar in sod., 2017).



Slika 3: Graf biomase rastline v odvisnosti od koncentracije hranila v tkivu

Koncentracije se izražajo v odstotkih oz. za elemente v sledovih v ppm (*parts per million* ali število delcev na milijon), povedo nam odstotni delež elementa na suho maso snovi. Kritična koncentracija hranila je s pomočjo preizkusov predhodno določena vrednost. Zato je dovolj, če vrednost, dobljeno pri foliarni analizi, primerjamo z referenčno vrednostjo; s tem ugotovimo, ali je hranilo v pomanjkanju, v ustreznih koncentracijah ali v presežku. V spodnji tabeli najdemo referenčne vrednosti za kritične koncentracije.

Tabela 1: Referenčne vrednosti za esencialne elemente v listih oljke za mesec julij, izražene v deležu na suho maso snovi (Zamorano in sod., 2010)

Element	Koncentracija, ki nakazuje na pomanjkanje	Koncentracija za primerno prehranjenost	Toksična koncentracija
Dušik (N) %	1,4	1,5–2,0	-
Fosfor (P) %	0,05	0,1–0,3	-
Kalij (K) %	0,4	> 0,8	-
Kalcij (Ca) %	0,3	> 1	-
Magnezij (Mg) %	0,08	> 0,1	-
Mangan (Mn) p.p.m.	-	> 20	-
Cink (Zn) p.p.m.	-	> 10	-
Baker (Cu) p.p.m.	-	> 4	-
Bor (B) p.p.m.	14	19–150	185
Natrij (Na) %	-	-	> 0,2
Klor (Cl) %	-	-	> 0,5

7. Literatura

Brockley R. P., 2001. Foliar analysis as a planning tool for operational fertilization. Proceedings of Enhanced Forest Management: Fertilization & Economics Conference: 62–66.

Fernández-Escobar R., 2017. Fertilización. V: El Cultivo del Olivo. Barranco D., Fernández-Escobar R., Rallo L. (ur.). Mundi-Prensa, Madrid: 425–432.

García Zamorano F., Ruiz Coleto F., Cano Rodríguez J., Pérez García J., Molina de la Rosa J. L., Cabra Priego C. I. F. A., 2010. Suelo, riego, nutrición y medio ambiente en el olivar, Junta de Andalucía Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera Consejería de Agricultura y Pesca Publica, General Técnica Servicio de Publicaciones y Divulgación: 190 str.

Lincoln Taiz, Eduardo Zeiger, 2002. Plant Physiology, 3rd edition. Sinauer Associates: 690 str.