

Osnovni elementi optimizacije gnojidbe usjeva

Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović

Planiranje proizvodnje i usklađivanje troškova s prihodima biljne proizvodnje, posebice usjeva, često se lomi preko manjeg intenziteta ili izostavljanja gnojidbe i/ili prihrane, redukcije obrade te sjetvom necertificiranog sjemena. Nasuprot gnojidbi i obradi, zaštita usjeva se najčešće provodi potpuno, ponekad i nepotrebno, jer su poljoprivrednici pod lavinom reklama, koje nikad ne kažu da i najefikasnija zaštita usjeva neće, niti može povećati prinos, već ga samo očuvati, ali i to najčešće ne uspijeva u potpunosti.

[Na povećanje prinosa najveći utjecaj imaju gnojidba](#) (prosječno 50 %), sortiment, obrada, poštivanje agrotehničkih rokova i dr., ovisno o vremenskim uvjetima. Međutim, adekvatnu i pravovremenu gnojidbu nemoguće je obaviti bez poznavanja *plodnosti tla* koju određuje više biljnih te *kemijskih, fizikalnih* i *bioloških indikatora* (pokazatelja, parametara) tla. Uvriježen, a potpuno pogrešan stav je da je analiza tla nepotreban trošak jer dio poljoprivrednika, pa čak i inženjera poljoprivrede, ne razumije rezultate analize tla. Stoga se oslanjaju na tzv. [uvriježenu praksu koja je često bez ikakve ozbiljne provjere, prepuna zabluda i mitova](#), a rezultat su niski prosječni prinosi, gotovo svih vrsta biljne proizvodnje, pa i na istoku RH gdje su mahom plodna tla. Stoga visoki troškovi biljne proizvodnje rezultiraju skromnom produktivnošću, slijedom toga i niskom profitabilnosti, a veoma često proizvođači proizvode i značajne gubitke.

Tlo je polifazni, živ i vrlo dinamičan supstrat, izvor biogenih elemenata neophodnih za život biljaka, a čine ga fizikalna sredina specifičnih kemijskih i bioloških svojstava tipičnih za pojedine, kako prirodne, tako i antropogenizirane tipove tala. [Funkcioniranje plodnog tla](#) je blizu optimalnog sadržaja i optimalne transformacije hraniva što biljkama omogućava rast i efikasno iskorištenje hraniva iz gnojiva i prirodnih rezervi. U zdravom, plodnom tlu hraniva su najvećim dijelom u *rizosferi* (zoni korijenovog sustava) u pristupačnom obliku pa ih biljke mogu koristiti prema svojim potrebama uz minimalnu opasnost od gubitaka ispiranjem, erozijom ili volatilizacijom i uz minimalnu mogućnost kontaminacije okoliša (vode i zraka).

Poljoprivredni proizvođači, ako žele uspjeti, moraju prihvatiti činjenicu da je [analiza tla](#), zajedno s drugim važnim svojstvima proizvodne parcele, ključna za dobivanje visokih prinosa, odnosno racionalnu, profitabilnu i učinkovitu primjenu agrotehlike, posebice gnojidbe, ali i svih drugih agrotehničkih zahvata od plodosmjene, obrade, sjetve pa sve do žetve. U tom smislu treba shvatiti da cjelovit i učinkovit [sustav kontrole plodnosti tla](#) koji sustavno prikuplja sve relevantne fizikalno-kemijske podatke o tlu, njegovoj plodnosti i korištenju, doprinosi boljoj raspodjeli mineralnih i organskih gnojiva, uklanjanju akutnih deficita hraniva, kemijskoj i fizikalnoj popravci tla, profitabilnijoj proizvodnji, odnosno očuvanju i podizanju [efektivne plodnosti tla \(produktivnost\)](#) čime su prirodi viši i stabilniji te manje podložni promjeni uslijed različitih vremenskih prilika. Žalosna je činjenica da [osim u Osječko-baranjskoj županiji između 2003. i 2014. god. u RH nije bilo sustavne kontrole plodnosti zemljišnih resursa](#), uz izuzetak industrije šećera koja kontrolira svoju sirovinsku bazu (sirovinu potpuno, a zemljište tek djelomično).

[Plodnost tla često se izjednačava s poljoprivrednom produktivnosti](#) što nije posve točno jer se produktivnost može znatno razlikovati od plodnosti tla obzirom na sustav proizvodnje i razinu agrotehlike. Plodnost tla se stoga najčešće definira kao *potencijal tla za obavljanje njegove ekološke funkcije*, npr. za održavanje biološke produktivnosti, raspodjelu i regulaciju kretanja vode u ekosustavu itd.

Poljoprivredno zemljište najčešće je nehomogeno obzirom na niz fizikalnih (tekstura, struktura, dubina soluma itd.), kemijskih (koncentracija i raspoloživost neophodnih elemenata, pH, organska

tvar itd.) i bioloških svojstava (biogenost, zastupljenost i brojnost pojedinih vrsta mikroorganizama /jedna šaka tla sadrži više mikroorganizama nego li što ima ljudi na Zemlji/, mezofaune itd.), što se samo promatranjem njegove površine (*orografije*), posebice u ravničarskim područjima, nipošto ne može zapaziti. Na sreću, za analizu tla nije presudno je li tlo homogeno, već koliko ta nehomogenost utječe na kapacitet produktivnosti pod određenim uvjetima njegove uporabe te je stoga potrebno uzeti [dovoljan broj reprezentativnih, prosječnih uzoraka](#). Dobra analiza tla mora sadržavati detaljne upute za gnojidbu pojedinih usjeva, nasada ili povrća s dovoljno objašnjenje, jer samo brojke, odnosno analitički rezultat, malo znače proizvođaču ako te vrijednosti nisu rangirane obzirom na potrebe biljaka i tla, te način i očekivani rezultat proizvodnje.

Veoma je važno naglasiti da se pridržavanjem gnojidbenih preporuka u jednoj vegetacijskoj godini neće, niti mogu riješiti sva ograničenja, tzv. *limitirajući faktori*. Potreban je plan i popis prioriteta koje treba pažljivo razmotriti s agronomskog, ekonomskog i tehnološkog aspekta i rješavati u narednih 5 - 10 godina. Dušik je, agronomski gledano, [izraziti „prinosotvorni element“](#), a njegova [raspoloživost za usvajanje iz tla veoma promjenjiva, obzirom na njegovu pokretljivost i brzinu, uglavnom mikrobiološke transformacije u tlu](#) pa popis kreće od njega:

1. Ponekad je vrijeme primjene dušika važnije od doze jer N-gubici mogu biti značajni ([biološkom imobilizacijom mikroorganizmima i korovima, ispiranjem, erozijom, volatilizacijom i denitrifikacijom](#)), pa je raspoloživa količina dušika u tlu nedovoljna za brz porast usjeva i tvorbu prinosa. Također, potreba za dušikom jako varira ovisno o biljnoj vrsti, očekivanom prinosu i prinosu prethodnog usjeva (tzv. *rezidualni N*), *N-kredita* (simbiotska N-fiksacija mahunarkama i nesimbiotskim mikroorganizmima), kao i upravljanja N-gubitkom (npr., vrsta gnojiva, vrijeme, način i dubina aplikacije i dr.). Stoga je testiranje tla na raspoloživost dušika [N_{min} metodom](#) neobično važno kod utvrđivanja potrebe (doze i vremena) N-prihrane. Izvor raspoloživog dušika tla je organska tvar pa često prevladava pogrešan stav da je dovoljno poznavati razinu humusa u tlu, koji jest prirodni izvor najvećeg dijela N, ali je to tek [potencijalno raspoloživi dušik](#), jer mineralizacija organske tvari je osjetljiv mikrobiološki proces koji obavljaju živi organizmi sa specifičnim zahtjevima prema vodi, temperaturi, pH tla i biogenim elementima.

Tablica 1. Shematski prikaz oblika i pokretljivosti hraniva

Oblik hraniva	Vodotopljiva	Izmjenjiva	Rezervna	
Pokretljivost	Pokretljiva		Nepokretna	
	Potpuno	Djelomično	Slabo	Teško
Raspoloživost	Vrlo laka	Laka	Umjerena	Nepristupačna
	Pristupačna			

2. [pH tla](#) često ne dobiva pozornost koju zaslužuje. Kad su velika područja, ili pak čitava proizvodna parcela s izmjenjivom pH reakcijom ispod 6,0, pažljivo razmotrite mjere [kalcizacije \(vapnjenja\)](#) jer tlo čiji je pH < 5,5 može jako sniziti plodnost tla, ograničiti usvajanje pojedinih elemenata ishrane, spriječiti biološku N-fiksaciju, narušiti strukturu tla te pogoršati vodno-zračni režim, ubrzati premještanje gline i humusa u dublje slojeve tla te umanjiti očekivani prinos.

Tablica 2. Granične vrijednosti AL-P₂O₅ i AL-K₂O za ratarske usjeve na području istočne Hrvatske

Razred raspoloživosti	AL-P ₂ O ₅ mg 100 g ⁻¹		AL-K ₂ O mg 100 g ⁻¹ tla		
	pH < 6	pH ≥ 6	lako	srednje	teško
(A) jako siromašno	< 5	< 8	< 8	< 12	< 15
(B) siromašno	5 - 12	8 - 16	9 - 15	13 - 19	16 - 24
(C) dobro	13 - 20	17 - 25	16 - 25	20 - 30	25 - 35
(D) visoko	21 - 30	26 - 45	26 - 35	30 - 45	36 - 60
(E) ekstremno visoko	> 30	> 45	> 35	> 45	> 60

3. Raspoloživost fosfora i kalija, kad je u granicama dobre opskrbljenosti (Tablica 1.), znatno utječe na visinu i stabilnost prinosa, a manjak oba elementa se ne može nadoknaditi u kratkom vremenu, obzirom na cijenu tzv. meliorativne gnojidbe i brzu kemijsku transformacija u slabo topive kemijske spojeve fosfora, odnosno brzu fizikalnu fiksaciju kalija unutar minerala gline, pa je za uspostavljanje tzv. [dinamičke ravnoteže](#) (Tablica 2.) potrebna tzv. [kritična](#)

- [koncentracija fosfora i kalija](#) u vodenoj fazi tla, odnosno popunjen kapacitet za imobilizaciju (fiksaciju) P i K.
4. Od mikroelemanta [cink](#) (osobito je važan za kukuruz), [mangan](#), [bor](#) (osobito je važan za šećernu repu), [željezo](#) i [bakar](#) mogu često ograničiti rast biljaka i tvorbu prinosa, posebice na alkalnim i/ili karbonatnim, ali i izrazito kiselim tlima, premda je to mnogo manje vjerojatno u odnosu na nedostatak makroelementa (N, P, K, Ca, Mg i S).
 5. [Usjevi imaju veoma različitu potrebu za neophodnim kemijskim elementima](#), a značajno se razlikuju u [iznošenju](#) (ukupno usvojena količina elemenata) i [odnošenju](#) (elementi odneseni s njive merkantilnim dijelom, ali to može biti i stabljika s vlaknima i dr.). Kod jednogodišnjih biljaka usvajanje je općenito najintenzivnije u razdoblju najvećeg porasta [s izraženim maksimumima usvajanja u pojedinim etapama ontogeneze](#), ali postoje izražene razlike ovisno o elementima i biljnim vrstama, npr.:
 - [dušik](#): intenzitet N usvajanja je najveći u vegetacijskom razdoblju (fenofaze glavnog porasta) kada je najveća sinteza proteina,
 - [fosfor](#): usvajanje P pokazuje dva maksimuma: prvi je slabije izražen u periodu izgradnje korijenovog sustava, i drugi jači, na prijelazu iz vegetacijske u reprodukcijsku (generativnu) fazu razvoja i
 - [kalij](#): usvajanje K je najintenzivnije pri tvorbi ugljikohidrata potrebnih za razvoj fotosintetskog aparata i u reprodukcijskoj fazi kod nagomilavanja rezervnih tvari u skladišnim organima.
 6. Naravno, mineralna ishrana je samo jedan, veoma važan aspekt optimizacije i/ili maksimiziranja prinosa usjeva. Poljoprivrednici imaju i [niz drugih mogućnosti za optimizaciju/povećanje proizvodnje](#), npr. optimizacija vodno-zračnog režima (pravovremena i adekvatna obrada, izbjegavanje zbijanja tla i dr.), [pravilna plodosmjena](#), [korištenje žetvenih ostataka](#), odgovarajući izbor kultivara, kontrola korova, štetnika i bolesti i dr. Također, kada je tlo mokro najbolje je ništa ne raditi zbog zbijanja, jer će nastati problemi u vodno-zračnom režimu, učinkovitosti gnojiva, biogenosti (biologiji tla), kao i rastu i funkciji korijena.
 7. Dobra biogenost tla je izrazito važna za postizanje visokih i stabilnih prinosa, jer [živa faza tla](#) (tzv. *edafon*) utječe na strukturnost tla što poboljšava drenažu i aeraciju, regulira mineralizaciju organske tvari i transformaciju mnogih neophodnih elemenata koje čini dostupnim za usvajanje korijenom umanjujući potrebu za gnojivom i navodnjavanjem. Mikroorganizmi također sintetiziraju hormone rasta biljaka, mnogi su uključeni u borbu protiv štetnika, mikorizne gljivice omogućavaju veću aktivnu površinu korijena, odnosno bolje usvajanje vode i hraniva i dr. Tla slabe biogenosti zahtijevaju veći intenzitet gnojiv, ali to ne rješava mnoge probleme u proizvodnji, npr. probleme vezane za sušu, suvišak vlage, zbijanje slabo strukturnih tala i sl.
 8. Održavanje i/ili podizanje plodnost tla, kao i kalcijacija, humizacija, fosfatizacija i druge vrste kondicioniranja tla, ne mogu riješiti proizvodne probleme u jednoj godini, ali takvi agrotehnički zahvati utječu na povećanje prinosa godinama. [Postizanje visoke plodnosti malo ovisi od tipa tla](#) pa se na plodnim parcelama, bez obzira na tip tla, dugoročno postižu visoki prinosi, a biljke bolje podnose različite stresove, npr. ekstremne temperature, manjak ili suvišak vode i dr. Sadržaj organske tvari u tlu je usko povezan s plodnošću tla, vrlo je promjenjiv i općenito je niži u pjeskovitim i tlima grube strukture, a ozbiljne razlike nastaju i zbog različitog načina korištenja zemljišta. Naime, organske tvari je znatno manje u poljoprivrednom zemljištu u odnosu na djevičanska, šumska i livadna tla jer se zbog obrade pomjera [oksidoredukcijska ravnoteža](#) prema procesima [oksidacije](#) (razgradnje). Neadekvatno korištenje zemljišta može dovesti do brzog gubitka organskog ugljika (OC), dok je povećanje njegovog sadržaja u tlu (tzv. [sekvestracija C](#)) puno sporiji proces. Kad tlo sadrži više od 2 % humusa, problemi u

proizvodnji (obradi, ishrani, vodno-zračnom režimu, toplinskom kapacitetu tla i dr.) su mali općenito manji.

9. Dugogodišnjom biljnom proizvodnjom organska tvar tla neizostavno pad, a ona izrazito utječe na čitav niz vrlo značajnih fizičkih i kemijskih svojstava tla, kao što su struktura, kapacitet za vodu, sorpcija iona, sadržaj neophodnih elemenata (N, P, S itd.) i drugo. Humus je osnovni izvor energije za životnu aktivnost mikroorganizama tla, a od ukupne količine nežive organske tvari tla, na humus otpada 60-80 % koji je takoreći gorivo koje pokreće cijeli sustav tla.
10. I na kraju, vjerojatno nema bolje prakse nego redovito hodanje po poljima i pregled usjeva (izgled, razvoj korijena, sklop, simptomi deficita ili suficita elemenata ishrane, pojava i intenzitet štete od bolesti, korova i/ili štetnika, polijeganje i dr.) uz vođenje evidencije o kompletnoj agrotehnici od gnojidbe, obrade, sjetve, zaštite usjeva pa sve do žetve te korištenje rezultata analize tla i svih drugih podataka o proizvodnji kao i vremenskih uvjeta za usporedbu ostvarenog prinosa i profita s onim što vidite na terenu.
I ne zaboravite, bez kemijske analize tla ne možete biti sigurni u potrebnu količina hraniva gnojidbom, a proračun gnojidbe temeljem analize tla može jako ubrzati i smanjiti rizik pogreške:

ALR kalkulator gnojidbe
Nmin metoda za ozime usjeve
Nmin metoda za jare usjeve
Potencijal N-mineralizacije (pNmin)
Kalcizacija i sulfatizacija tla
Izbor i cijena NPK mineralnih gnojiva
Kalkulator N-depresije
Ostali kalkulatori profesora Vukadinovića

U Osijeku 15. svibnja 2018.