

## Kako učinkovito i ekonomično gnojiti

*Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović*

Učinkovita primjena gnojiva ključna je za ekonomičnu, održivu, profitabilnu i ekološki prihvatljivu biljnu proizvodnju ako se gnojidba provodi na znanstvenim principa i opće poznatim pravilima (npr. četiri pravila gnojidbe, zlatna pravila gnojidbe, filozofija gnojidbe i dr.). Na prvi pogled utvrđivanje potrebe za gnojidbom mnogim se poljoprivrednim proizvođačima čini vrlo jednostavnom, ali poljoprivredna praksa biljne proizvodnje ne prestano me demantira. Naime, utvrđivanje potrebe u gnojidbi je egzaktna znanost i mora, da bi bila učinkovita i profitabilna, uvažiti sve relevantne *abiotske*, odnosno *vanjske (okolišne)* faktore kao što su klimatski, edafski i fiziografski i *biotske (biljne čimbenike)* osobito one koji utječu i/ili određuju različite potrebe biljaka u količini, načinu i vremenu primjene neophodnim (*biogenim*) hranivima. Zbog toga je vrlo problematično, gotovo nemoguće, bez poznavanja svih relevantnih indikatora (pokazatelja ili atributa) plodnosti tla i potrebe biljaka tijekom vegetacije unaprijed odrediti učinkovitu gnojidbu (npr. vrstu hraniva, dozu, način i vrijeme primjene i dr.), osobito dušikom, za različita agroekološka područja pa čak niti za dvije susjedne parcele. Naime, usjevi kontinuirano „izvlače“ hranjive sastojke iz tla (jedan dio se i „odnosi“ prinosom s parcele), dio se izgubi transformacijom do nepristupačnih oblika, ispiranjem, erozijom, gubitkom u atmosferu, a dio usvoje mikroorganizmi i korovi pa je znatan dio unešenih hraniva trajno ili privremeno izgubljen. Ako se taj dio hraniva ne nadoknađuje gnojidbom vremenom dolazi do ozbiljnog pada plodnosti i degradacije tla te je neminovna posljedica bitno smanjena produktivnost i ekonomičnost biljnog uzgoja.

Prije gnojidbe, odnosno kupovine gnojiva važno je usporedite njihovu formulaciju, sadržaj aktivne tvari, kemijski oblik hraniva (pogodnost i namjenu za pojedine usjeve, njegovu topivost u tlu, brzinu transformacije, imobilizacije i dr. gubitaka, zbog reakcije na pH tla, teksturni sastav, ispiranje i sl.) i svakako cijenu, jer u svakoj, pa tako i poljoprivrednoj proizvodnji za ostvarivanje dobiti potrebno je da prihodi budu veći od troškova. Budući da su interakcije između usjeva, tehnologije proizvodnje i okoliša veoma složene uslijed velikog broja promjenjivih faktora *biotske* i *abiotske* naravi, odluka o optimizaciji gnojidbe zahtijeva svestranu analizu profitabilnosti ulaganja za željeni rezultat, ali se pri tome intenzitet gnojidbe i norma sjetve moraju tretirati različito u odnosu na druge troškove, jer se te vrijednosti mogu mijenjati (npr. u primjeni pesticida moraju se poštivati određene norme da bi učinak bio očekivan). Koncentrirana kompleksna gnojiva, obzirom na veću ukupnu koncentraciju aktivne tvari (max. konc. aktivne tvari NPK ~60 % ili čak i više), mogu biti znatno jeftinija, ali i smanjiti troškove transporta i primjene, no redovito sadrže manju količinu sekundarnih i mikro elemenata (npr. kalcija, magnezija i dr.).

Suvremena biljna proizvodnja suočena je danas s mnogobrojnim izazovima, naročito potrebi za smanjenjem ekološkog opterećenja okoliša, prilagođavanju klimatskim promjenama, povećanju prinosa i zahtjevima za povećanje prehrambene kvalitete uroda. Recentna istraživanja, kao i sve više informacija (o tlu, biljkama, klimi i dr.) utječu na bolje razumijevanje primarne organske produkcije te se tzv. dobra poljoprivredna praksa, osobito praksa upravljanja hranjivim tvarima, sve bolje prilagođava konkretnim agroekološkim uvjetima, novim kultivarima i suvremenoj agrotehnici (obrađa, sjetva, gnojidba, navodnjavanje itd.) koja može znatno utjecati na sve agroekološke čimbenike biljne proizvodnje.

Dakako, agrotehnika nije svemoguća pa je ostvarljiva visina prinosa nekog usjeva i kvaliteta uroda u konkretnom agroekološkom području determinirana intenzitetom sunčeve radijacije, raspoloživom vodom i hranivima u tlu (tim redoslijedom), pri čemu niti najefikasnija zaštita usjeva od patogena, štetočina i korova ne može povećati prinos, već ga samo očuvati, ali i to najčešće ne uspijeva u potpunosti. Da bi gnojidba bila učinkovita, isplativa i ekološki prihvatljiva potrebno je solidno stručno znanje proizvođača, redovita analiza tla i pouzdana gnojdbena preporuka kojima se preporučuje vrsta i kemijski oblik gnojiva, doza, način i vrijeme njegove primjene i to uz detaljna i razumljiva objašnjenja. Gnojdbena preporuka mora uvažavati sve relevantne čimbenike koji utječu na rast, razvitak, visinu prinosa, profitabilnost, zaštitu okoliša od onečišćenja, kao i plodnost tla. Budući da racionalna primjena gnojiva mora uvažavati ekonomske, socijalne

i ekološke principe, temeljna načela, prema suvremenom konceptu gnojidbe tla i biljaka, mogu se vrlo jednostavno i razumljivo formulirati:

### 1) Primjena potrebnog hraniva

- a) Premda se adekvatan izbor gnojiva vrlo često zanemaruje, u stvarnosti je to često vrlo složen problem kad se uzmu u obzir potrebe biljaka za hranivima, svojstva i snabdjevenost tla, rizici za okoliš, cijena gnojiva i njegove primjene, dostupnost gnojiva na tržištu, oruđa i strojeva za gnojidbu.
- b) Važno je naglasiti da se pri izboru gnojiva treba osloniti na *kemijsku analizu tla* (koliko ima u tlu raspoloživih hraniva) i/ili *analizu biljaka* (koliko biljke moraju usvojiti za postizanje očekivanog prinosa), nikada ne nagađati ili se osloniti na ukorjenjenu regionalnu tradiciju, ili koristiti šablonski pristup („recepturu“) proizvođača ili prodavača gnojiva koja je najčešće preuzeta iz posve različitih agroekoloških i ekonomskih okruženja i nije provjerena u konkretnim proizvodnim uvjetima.
- c) Općenito, tekuća (*folijarna* ili *suspenzijska gnojiva*) su dobar izbor ako je ustanovljen nedostatak mikroelemenata, dok su *složena gnojiva (kompleksna i miješana)* u rasutom stanju pravi izbor za podešavanje specifičnog omjera hranjivih tvari.
- d) Također, dušična gnojiva imaju vrlo različitu stopu gubitka dušika s obzirom na pH tla, vremenske uvjete (oborine i temperatura tla) i druga svojstva tla (tekstura i struktura, dreniranost, biogenost i dr.).
- e) Gnojiva imaju različitu cijenu obzirom na koncentraciju aktivne tvari, zahtijevaju prijevoz i skladištenje, a primjena je povezana s rizikom negativnog utjecaja na okoliš, ovisno o svojstvima gnojiva, tla i potrebama biljaka.

### 2) Adekvatna doza

- a) Određivanje optimalne doze hranjivih tvari ovisi najviše o potencijalu prinosa, plodnosti tla, klimi, profitabilnosti (kao i cijeni te mogućnosti plasmana proizvoda), logistici (mehanizacija, radna snaga, uskladištenje i dr.), što se itekako razlikuje za različita područja, regije ili širi prostor. Stoga adekvatna ili optimalna doza gnojiva zahtijeva razmatranje potrebe usjeva u različitim etapama razvoja usjeva i opskrbe postojećih hranjivim tvari u tlu, kao i onih koja će se mobilizirati iz prirodnih rezervi tla (npr. očekivana stopa mineralizacije organske tvari, *biološka N-fiksacija*, rezidualna hraniva, dubina korijenskog sistema i dr.) tla.
- b) Najbolja solucija za utvrđivanje adekvatne ili optimalne doze hraniva iz gnojiva je redovita analiza tla i biljaka te usklađivanje potrebe usjeva za hranivima i prirodnim procesima mobilizacije hraniva kako bi održali odgovarajuću opskrbu tijekom čitave vegetacije.
- c) *Važno je zapamtiti da se neophodni (biogeni) elementi ne mogu nadoknaditi nekim drugim* (uz neke rijetke izuzetke tek djelomice).

### 3) Pravo vrijeme primjene

- a) Pravovremena gnojidba, osobito prihrana dušikom, odlučujuća je za optimiziranje unosa hranjivih tvari i minimiziranje njihovih gubitaka. Odluka o vremenu primjene izabranog gnojiva mora biti u skladu s vrstom usjeva, njegovim potrebama (npr. razvijenost korijenskog sistema, nadzemna masa i njezina razina metabolizma potrebna za ugradnju usvojenih hraniva u organsku tvar), *odnosno etapi razvoja kada je najveća potreba za pojedinim elementima ishrane*, vremenskim prilikama koje mogu povećati gubitke hraniva (npr. oborine, vlažnost i temperatura tla), strukturom tla i njegovim svojstvima zadržavanja hranjivih tvari (najprije kationski izmjenjivački kapacitet).
- b) Neki izvori hranjivih tvari, uključujući mineralna, organska gnojiva i siderate) inherentno su osjetljivi na gubitke hraniva kao što su nitratni i amonijski oblici dušika, vodotopivi oblici hraniva, osobito nitrati i kloridi. Premda je moguće spriječiti gubitak lako pokretljivih oblika hraniva, npr. primjenom

gnojiva s odgođenim ili kontroliranim otpuštanjem, pažljivo vrijeme primjene gnojiva tijekom cijele vegetacije učinkovito smanjuje različite oblike gubitaka hranjivih tvari.

- c) Najveći izazov biljne proizvodnje je kako povećati učinkovitost gnojidbe, odnosno povećati usvajanje elemenata ishrane i ujedno smanjiti njihov zaostatak i/ili gubitak u tlu. Naime, lako pokretljivi oblici hraniva u tlu podliježu gubicima iz zone korijena u procesima ispiranja, volatizacije, denitrifikacije, kemijske, fizičke i biološke fiksacije, što se odnosi jednako na organska i mineralna gnojiva, kao i siderate. Budući da biljke nikad ne usvoje sva aplicirana hraniva (tzv. agronomska efikasnost gnojidbe), jedan dio se neminovno izgubi u okolišu i predstavlja potencijalnu opasnost za tlo, vodu i atmosferu.
- d) Nemogućnost reguliranja mineralizacije organske tvari tla je ogroman problem za intenzivnu biljnu proizvodnju koja zahtijeva primjenu visokih doza, osobito lako pokretljivih oblika dušika u trenutku najvećeg porasta te je kritična pravovremena aplikacija (najbolje u blizini korijenskog sistema) i to kemijskim oblicima gnojiva koja odmah djeluju.
- e) Brzina usvajanja hraniva i prekomjerna (tzv. *luksuzna*) gnojidba neće rezultirati bržim niti većim unosom hranjivih tvari jer je to ovisno o vrsti usjeva, njegovoj brzini rasta i *sinka* (kapacitet akumulacije koji najviše ovisi o trenutnoj biomasi usjeva).

#### 4) Pravo mjesto primjene

- a) Primjena hranjivih tvari na pravo mjesto podrazumijeva zonu tla što je moguće bliže biljkama, odnosno njihovom korijenskom sustavu, ali vodeći računa da pojedine vrste gnojiva mogu izazvati solni (osmotski) stres, a rizik raste s manjkom vode u tlu, odnosno u suši. Lokalizirana gnojidba, odnosno gnojidba u trake u blizini korijenskog sustava (u blizini biljaka i/ili korijenskog sistema) izvrsan je način boljeg snabdijevanja biljaka elementima ishrane, naročito što se neki od njih vrlo teško i neznatno premještaju u tlu. Zbog toga je korijen neprestano u potrazi za takvim hranivima (npr. fosfor), odnosno za razliku od nadzemnog dijela neprestano raste u potrazi za vodom i hranivima (tzv. *otvorena organizacija korijena*).
- b) Lokalizirana gnojidba obavljena istovremeno s obradom tla (uobičajeno prije sjetve u trake; *strip-till*) izvrsna je kao startna gnojidba dušikom ( $\frac{1}{3}$  do  $\frac{2}{3}$  ukupne N doze), dok na plodnim tlima lokalizacija fosfora i kalija nije efikasnija od osnovne gnojidbe tim elementima, ali je logično pri *strip-till* obradi inkorporirati sva tri glavna hraniva elementa u obrađene trake.
- c) Određen razmak između redova okopavina omogućuje N-prihranu (po potrebi i primjenu drugih elemenata ishrane, uklanjanje korova, bolju aeraciju korijena i zaštitu usjeva) te utječe na povećanje volumena korijena i njegove adsorpcijske površine, odnosno bolje usvajanje hraniva.

Vrhunski i ujedno profitabilni prinos moguće je postići isključivo optimiziranjem cjelokupne agrotehnike i prakse upravljanja biljnom proizvodnjom, pa samo gnojidba, ma kako ona bila važna, nije dovoljna. Suvremena strategija gnojidbe ima za cilj zamijeniti visoko intenzivnu primarnu organsku produkciju visoko učinkovitim sustavom proizvodnje, a to zahtijeva puno više znanja i poznavanje svih relevantnih indikatora (pokazatelja biljnih, zemljišnih, agrotehničkih, agroklimatskih, ekonomskih i tržišnih uvjeta).

Znanstveno-stručni temelji utvrđivanja potrebe za gnojidbom vrlo su opsežni i nadasve multidisciplinarni te za razumijevanje tako složene problematike može pomoći autorov popis 50 pravila u knjizi „Filozofija gnojidbe“ za interpretaciju kemijske analize tla i dopunskih informacija neophodnih za utvrđivanje potrebe u gnojidbi ALRxp kalkulatorom:

- Pravilna primjena gnojiva (doza, vrijeme i način aplikacije) može značajno povećati prinos usjeva te je potrebno unaprijed znati potrebe usjeva za najveći mogući prinos, a to se postiže uz najmanje rizika temeljem analize tla (prije osnovne gnojidbe, prije sjetve, za potrebe prihrane i korekciju uočenih problema nakon vizualno pregleda i/ili temeljem folijarne analize).

- Nedovoljna ili prevelika doza gnojiva utječe na profitabilnost biljne proizvodnje. Suvišna (luksuzna) gnojidba povećava trošak proizvodnje i štetno utječe na okoliš, a premala će smanjiti prinos, a time i prihod. Nepotrebno visoka gnojidba, kao i visoka ulaganja u druge agrotehničke zahvate u jednom trenutku više neće rezultirati većim prinosom ili pak profitom.
- Previsoke doze dušika namijenjene povećanju prinosa, npr. pšenice, šećerne repe, vinove loze itd. mogu umanjiti kvalitetu proizvoda, povećati žetveni indeks i produljiti vegetaciju.
- Prije gnojidbe, odnosno kupovine gnojiva usporedite njihovu formulaciju, sadržaj aktivne tvari, kemijski oblik hraniva (pogodnost i namjenu za pojedine usjeve, njegovu topivost u tlu, brzinu transformacije i/ili retrogradacije i/ili gubitaka, reakciju na pH tla i dr.) i cijenu (tzv. strategija 4R). Koncentrirana kompleksna gnojiva, obzirom na veću ukupnu koncentraciju aktivne tvari (max. konc. aktivne tvari NPK ~60 %), mogu biti znatno jeftinija, ali i smanjiti troškove transporta i primjene, no obično sadrže manju količinu sekundarnih i mikro elemenata (npr. kalcija, magnezija i dr.).
- Premda je inkorporacija gnojiva u trake (tzv. lokalizirana gnojidba) općenito najučinkovitija metoda, nije uvijek najjeftiniji niti najpogodniji način za primjenu. Unos gnojiva u tlo prema njegovoj površinskoj primjeni agronomski i ekonomski je mnogo efikasniji i ekološki prihvatljiviji način gnojidbe. Naime, primjena gnojiva „*pod brazdu*“ osigurava ravnomjernu raspodjelu hranjivih tvari u *rizosferi* omogućavajući korijenu da rastući dođe u kontakt s gnojivom (korijen raste tijekom cijele vegetacije u potrazi za vodom i hranivima za razliku od nadzemnog dijela biljke).
- Folijarna primjena gnojiva u obliku spreja ima svoje mjesto, naročito elemenata slabe pokretljivosti u biljkama, u visoko profitabilnim biljnim proizvodnjama, posebice u sjemenarstvu, voćarstvu i povrćarstvu. Folijarna gnojidba, zapravo je prihrana jer ne može zadovoljiti ukupne potrebe biljaka u makroelementima. Hraniva je potrebno dodavati u više navrata, a zbog niske koncentracije otopine kojom se biljke prskaju (kako se ne bi izazvale štete od ožeglina i zastoja u rastu), potrebna je vrlo velika količina vode. Također, hraniva mogu biti isprana kišom ili navodnjavanjem.
- Ne zanemarujte biološki život u tlu (biogenost tla) jer zdrava populacija mikroorganizama čini dostupnijim više biljnih hranjivih sastojaka. Vodite računa o pravilnom plodoredu, nemojte spaljivati ili uklanjati žetvene ostatke, uvedite među- i zimske pokrovne usjeve, a kad je moguće provedite organsku gnojidbu.
- Velik broj limitirajućih čimbenika biljne proizvodnje može se ukloniti ili umanjiti kondicioniranjem, npr. nizak pH tla kalcizacijom, nizak sadržaj humusa organskom i zelenom gnojidbom, ostavljanjem svih žetvenih ostataka na parceli, konzervacijskom obradom i dr. Održavanje i podizanje plodnosti u višegodišnjem periodu, bez visokih jednokratnih investicija, postižu se visoki i ujednačeni prinosi dobre i/ili izvrsne kakvoće.
- Precizna poljoprivreda osigurava da se gnojidba na cijeloj proizvodnoj parceli obavi prema analizi tla i očekivanom, realno mogućem prinosu čime se prinosi povećavaju, rizik smanjuje, a profit raste.
- Korovi iscrpljuju vodu i hranjive tvari iz tla pa ih je važno iskorijeniti, a pravilnom obradom omogućuje se unos hraniva u *rizosferu* (zonu korijena) i povećava kapacitet tla za zrak i akumulaciju vode.

U Osijeku, 24. lipnja 2022. god.