

Zablude i mitovi o gnojidbi

Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović

U svakom segmentu ljudske djelatnosti brojni su mitovi, pogreške i zablude, te ni biljna proizvodnja nije iznimka. S pogreškama je ipak drugačije. Neke pogreške su bezazlene, ali neke mogu nanijeti štetu i biti vrlo „skupe“ pa ih većina proizvođača nakon dobrog objašnjenja ubrzo ispravi.

Poljoprivredni proizvođači često vjeruju u nešto što se ne temelji na objektivnim činjenicama niti je potvrđeno istraživanjima, posebice u konkretnim agroekološkim uvjetima. Stoga ne treba uzimati „zdravo za gotovo“ opće smjernice, pravila i savjete koji su vrlo česti u biljnoj proizvodnji, a nisu utemeljeni na poznavanju lokalnih biljnih, agrotehničkih, klimatskih i zemljišnih uvjeta. Paradigme, odnosno skup osnovnih pretpostavki ili pravila, često su utemeljene na zabludama i mitovima koje treba demistificirati i sustavno rušiti.



1) Analiza tla je gubitak vremena.

- a) Poznato je da bez adekvatne gnojidbe nema visokih i stabilnih prinosa, potrebne kakvoće proizvoda, niti profitabilnosti pa se gnojidba opravdano smatra najvažnijom agrotehničkom mjerom u primarnoj organskoj produkciji. Zbog toga, kao i ekonomskih i ekoloških razloga određivanje doze gnojiva, njegove vrste, vremena primjene i načina gnojidbe mora se temeljiti na znanstveno-stručnim spoznajama o raspoloživosti i odnosima hraniva u tlu, fiziološkim potrebama biljke, ekonomičnosti proizvodnje te intenzitetu i smjeru utjecaja pojedinog agroekološkog činitelja.
- b) Značaj kemijske analize tla ilustrira podatak da je u istočnoj Hrvatskoj od ~25.000 uzoraka tla 55 % imalo nedovoljno fosfora, 38 % nedovoljno kalija, 16 % humusa manje od 1,5 %, a 50 % uzoraka tla bilo je jako do ekstremno kiselo ($\text{pH}_{\text{KCl}} < 5,5$).
- c) Potrebno je posebno naglasiti da agrokemijki laboratoriji nisu isti. Neki preporuke za gnojidbu i popravke tla temelje na pogrešno uzetim uzorcima, metode analize

često su nestandardne (npr. koriste brze kvalitativne metode), nemaju iskusne analitičare i stručnjake pa preporuke ne odražavaju stvarno stanje raspoloživosti hraniva, stoga je gnojidbena preporuka loša ili čak pogrešna. Zapamtite, netočna analiza tla može stvoriti veće probleme nego li gnojidba bez analize.

2) Ako je prošla godina bila rodna i u narednoj treba primijeniti istu gnojidbu.

- a) Vremenski uvjeti, a time i svi ostali (zemljišni, biljni, ekonomski i dr.) nikada nisu jednaki. Sve to utječe na ishranu biljaka pa gnojidba ne može biti svake godine identična.
- b) Možete li se sjetiti kad je posljednji put bila „normalna“ godina?

3) Moguće je izostavljenu osnovnu gnojidbu uspješno zamijeniti startnom bez pada visine prinosa.

- a) Iskustvo, kao i poljski pokusi jasno pokazuju da „preskakanje“ osnovne gnojidbe, uključujući i primjenu dijela dušika u jesen, najčešće utječe na pad prinosa.
- b) Zime u kontinentalnoj Hrvatskoj znaju biti duge i vrlo hladne, s puno oborina pa je vrlo teško kvalitetno i na vrijeme prihraniti ozime usjeve dušikom. Jedan njegov dio (ovisno o teksturnoj klasi) u amidnom obliku (urea, UAN) treba biti primijenjen pod osnovnu obradu.
- c) Naknadno unošenje fosfora i kalija u prihrani ozimih usjeva kompleksnim gnojivom (npr. prihrana s 15:15:15), kao i njegoa startna primjena, vrlo često nema efekta, a ponekad djeluje štetno. Naime, P i K uneseni plitko su izvan zone korijena jer se neznatno premještaju pa korijen ne prorasta dublje u potrazi za hranom i vodom (zimi i u proljeće uglavnom ima dovoljno vode u površinskom sloju). Kasnije, kad zasuš, plitak korijen nije u mogućnosti snabdijevati biljke s dovoljno vode i hraniva.
- d) Fosfor i kalij, kao i dušik, moguće je kvalitetno primijeniti i u proljeće zajedno sa sjetvom i to polaganjem u trake (najmanje 5 cm od sjemena; slika 19.). Takva primjena, zbog suženog omjera gnojiva prema tlu (lokalizirana gnojidba), zapravo je najefikasniji način primjene P i K na njima siromašnim tlima.

4) Oštećenje lista kod primjene otopine uree, UAN-a ili drugih tekućih gnojiva je kratkotrajno i prolazi bez šteta.

- a) Opekline na listu nastale nakon folijarne prihrane nisu posljedica toksičnog djelovanja, već visoke osmotske vrijednosti folijarnog spreja, odnosno previsoke koncentracije otopine koja brzo "izvlači" vodu iz nježnog tkiva lista uz blokadu enzima ureaze. Posljedica je plazmoliza (biljne stanice su smežurane), narušena je ionska bilanca u protoplazmi te dolazi do pojave opekline (ožegotina), a nakon toga i odumiranja lišća (nekroza).
- b) Podaci o najvećoj dopuštenoj koncentraciji aktivne tvari kod primjene tekućih gnojiva često su kontradiktorni i zbunjuju proizvođače. Npr., Petrokemija iz Kutine

za pšenicu preporučuje koncentraciju dušika za folijarnu primjenu između 4 i 30 % za nerazrijeđeni UAN.

- c) Urea se od dušičnih gnojiva najčešće koristi kao folijarni sprej jer je najekonomičniji izvor dušika, a malo je vjerovatno da će izazvati ožegline lista ako koncentracija nije previsoka. Istraživanja pokazuju da je najefikasnija koncentracija uree 4 % za strne žitarice (za ostale usjeve to je znatno niže). Da bi se smanjio rizik od ožeglina na lišću, ureu treba primijeniti u ranim jutarnjim satima (kad je hladnije) i po suhom vremenu.

5) Sve što usjevu treba sadržava NPK gnojivo.

- a) Biljke zahtijevaju 14 esencijalnih (neophodnih) elemenata (17 kad uračunamo ugljik, kisik i vodik iz atmosfere, odnosno vode).
- b) Kako ćete znati bez kemijske analize tla kojih elementa nema dovoljno za očekivani prinos, koje gnojivo izabrati, koju dozu, u koje vrijeme i na koji način ih treba primijeniti?
- c) Pojedine vrste i kultivari imaju specifične zahtjeve s obzirom na pojedine elemente ishrane, količinu i vrijeme primjene, a suvišna primjena („luksuzna gnojidba“) je „bačen“ ili pak samo „zamrznut“ novac do sljedeće vegetacije.
- d) Nedostatna primjena gnojiva rezultirat će malim prinosom, a suvišna, posebice dušikom, djelovat će štetno na okoliš uz visoku cijenu proizvodnje.

6) Mineralna gnojiva su jedina prava opcija.

- a) Alternativne opcije gnojidbe mogu biti dobar način smanjivanja troškova proizvodnje.
- b) Organska gnojiva su vrlo dobar izvor hranjivih tvari, obično su jeftinija od mineralnih, a mogu se primjenjivati kao osnovni izvor hraniva ili nadopuna mineralnoj gnojidbi.
- c) Organska gnojiva, zelena gnojidba (sideracija), međusjeveri (živi malč) i pokrovni usjevi, pored obogaćivanja tla hranjivim tvarima, vrlo su učinkovit način poboljšanja strukture tla, zadržavanja vode u tlu i sprječavanja rasta korova. Siderati i međusjeveri mogu imati i alelopatska svojstva (sprječavaju rast korova ili prethodnog iznova niklog usjeva, djeluju nematocidno i dr.)

7) Vodotopljiva mineralna gnojiva su učinkovitija prema citrat topivima.

- a) Brzo djelujuća gnojiva su uglavnom vodotopljive soli. Njihovim otapanjem u tlu omogućeno je brzo usvajanje te rast i koncentracija iona u tkivima biljaka, a visoka koncentracija staničnog soka, posebno u uvjetima suše (visoke temperature i druge vrste stresa) umanjuje sposobnost biljaka da djeluju prirodno i učinkovito. Npr., viša koncentracija soli u biljkama zahtijeva i povećava potrebu biljaka za vodom što u periodu suše može biti ozbiljan problem.

-
- b) Visoka koncentracija soli u suhom tlu (nedovoljna vlažnost) „izvlači“ vodu iz biljaka (po principu reverzne osmoze) i izaziva tzv. *solni udar* (*solni stres*). Pojava je česta kod primjene startnih gnojiva preblizu sjemenu ili mladim biljkama, posebice u sušnim uvjetima.

8) pH reakcija tla ne utječe bitno na primjenu gnojiva.

- a) pH tla izuzetno je značajna jer utječe na raspoloživost svih hranjivih tvari (elemenata ishrane) u tlu pa i onih iz gnojiva, a intenzitet utjecaja je različit, ovisno o njihovim kemijskim svojstvima.
- b) Efikasnost gnojidbe može biti značajno promijenjena (negativno i pozitivno) pod utjecajem pH tla, uključujući podjednako primjenu mineralnih i organskih gnojiva.

9) Mineralna gnojiva zakiseljavaju tlo.

- a) To je uglavnom točno, premda neka povećavaju alkalnost (npr. *Tomasov fosfat*, *Čilska salitra* i dr.). Većina mineralnih gnojiva je iz grupe „*fiziološki kiselih*“, odnosno neki elementi tih gnojiva se usvajaju brže (ili brže ispiru) pa u tlu zaostaje njegova kisela komponenta (npr. kloridi i sulfati). Međutim, većina tala sposobna je efikasno onemogućiti promjenu pH reakcije kod unošenja fiziološki kiselih ili lužnatih gnojiva. To svojstvo se naziva *puferna moć tla*, a procjenjuje se njegovim *pufernim kapacitetom*.
- b) Zakiseljavanje tla može izazvati i *industrijska polucija*, posebice kisele kiše u širem području energetskih postrojenja, reducirana obrada ili *no till* (sjetva bez obrade), zbijanje i zadržavanje vode u tlu, kao i dugotrajna primjena fiziološki kiselih gnojiva.
- c) Redovitom kemijskom analizom tla, mjerama *kalcalcizacije* (*kalcalcifikacija* je tvorba sekundarnih minerala kalcija, npr. CaCO_3) u tlu i drugdje (npr. ateroskleroza ili zakrećenje krvnih žila), pojava zakiseljavanja ili zaalkaljivanja tla može se izbjeći promjenom ili izborom mineralnog gnojiva.

10) Gips i fosfogips izvrsna su zamjena za karbokalk i druge vapnene materijale.

- a) Ova je tvrdnja prihvatljiva, ali samo za netraliziranje suviška aluminijske kiseline u kiselim tlima ili natrija u alkalnim tlima. Fosfogips je industrijski nisko radioaktivan otpad iz proizvodnje mineralnih gnojiva koji se generira ~1,6 t po toni sirovog fosfata te ga Petrokemija iz Kutine odlaže u Lonjsko polje ~300.000 t godišnje. Zbog njegove niske radioaktivnosti dopušteno ga je koristiti kao poboljšivač tla (sadrži radioaktivne nuklide U, Ra i dr., kao i toksične F, Cd i dr.).
- b) Uklanjanje suviška natrija iz tla moguće je provesti melioracijskim dozama gipsa što je mjera popravke natričnih tala (*soloneca*). Naime, primjenom gipsa dolazi do zamjene dva iona Na^+ na adsorpcijskom kompleksu tla za jedan Ca^{2+} pa se ioni natrija lako vodom ispiru iz tla.

- c) *Gips* ($\text{CaSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$) se rabi kao sulfatno sredstvo za kalcizaciju bez podizanja pH-vrijednosti, za neutralizaciju alkalnosti tla izazvanu suviškom natrija (posebice Na_2CO_3), poboljšavanje strukture alkalnih tala (povećava aeraciju i retenciju vode) jer uklanja natrij i zamjenjuje ga s kalcijem na adsorpcijskom kompleksu. Koristi se i kao umjereni zakiseljavač tla. Primjenu gipsa dobro je kombinirati s organskom ili zelenom gnojdbom uz obvezno zaoravanje žetvenih ostataka radi popravke strukture i poroznosti alkalnih tala čime se pospješuje bolje ispiranje natrija. Duboka obrada uz primjenu gipsa često može izazvati još jaču disperziju čestica tla, stoga je način obrade, posebice duboke, dobro testirati na manjoj površini.
- d) Vapno (kao i karbokalk) ni u kom slučaju ne treba primjenjivati za uklanjanje natrija iz alkalnih tala jer mu je topljivost neznatna iznad pH 7 (~ 100 puta manja u odnosu na gips) te vapneni materijali još više podižu ionako visoku pH-vrijednost tla.

11) Svi oblici dušika jednako djeluju na biljke.

- a) Biljka usvaja izvrsno oba mineralna oblika dušika (kationski NH_4^+ i anionski NO_3^-). Budući da ~80 % svih usvojenih iona čine amonijski i nitratni dušik, to snažno utječe na metabolizam biljaka. N- NH_4 se mora odmah ugraditi u organsku tvar, što je vrlo problematično pri niskim temperaturama i ranom porastu, dok se N- NO_3 može akumulirati u biljkama i ugrađivati po potrebi uz prethodnu transformaciju do amonijskog dušika.
- b) Jače usvajanje jednog od N oblika utječe na promjenu pH biljnih stanica (zapravo ionsku ravnotežu), a to je povezano s mogućnošću i brzinom usvajanja gotovo svih ostalih elemenata ishrane.

12) Sve vrste N-gnojiva pogodne su za prihranu.

- a) Primjena čistog amonijskog ili amidnog oblika dušika (npr. urea i UAN) za prihranu ozimih usjeva opravdana je samo nakon proljetnog kretanja vegetacije kod visoke razine metabolizma (razvijena asimilacijska površina i temperature 5-10 °C), odnosno kad su ostvarene pretpostavke za brzu ugradnju reduciranih oblika dušika u organsku tvar. Nagomilavanje amonijskog oblika dušika prije početka vlatanja u biljkama izaziva zastoj u rastu. Stoga treba, posebice u prvoj prihrani pšenice, izričito izbjegavati primjenu uree i UAN-a.
- b) Za N-prihranu ozimih usjeva treba koristiti isključivo nitratna ili amonijsko-nitratna dušična gnojiva. Primjena kompleksnih gnojiva omaške (po površini tla) se ne preporuča jer se fosfor i kalij sporo premještaju u zonu korijena i nemaju očekivani učinak, a mogu izazvati i štetu ako kasnije nastanu sušni uvjeti (vidi mit broj 3.).

13) Prvu prihranu ozimih usjeva dobro je obaviti što ranije.

- a) *Prva prihrana* je važna za sva ozima žita i u svim slučajevima (treći i četvrti list) jer se u II. i III. etapi razvoja izdužuje i segmentira budući klas. Ona utječe na koncentraciju klorofila u listu (boja usjeva), intenzivniju fotosintezu i na brži rast biljaka u vlatanju. Međutim, rana N-prihrana, po snijegu ili smrznutom tlu ili dok je masa biljaka mala, posve je neučinkovita i često štetna, kako po okoliš, tako i za biljke. Naime, suha tvar ozimih žita rijetko prelazi u fazi busanja 300 kg ha^{-1} suhe tvari što uz 5 % N čini samo 15 kg ha^{-1} N u usjevu pšenice. Dakle, kad je kapacitet akumulacije dušika suviše mali, najveći njegov dio se ispere, završi u podzemnim vodama i ne bude iskorišten. Ako N-gnojivo sadrži amonijski ili amidni oblik dušika, biljka ga mora ugraditi u organsku tvar što nije moguće na niskim temperaturama.
- b) *Druga prihrana* obavlja se u trenutku zametanja klasića (IV. etapa razvoja) koja pada početkom vlatanja (približno početkom travnja u istočnoj Hrvatskoj). Taj trenutak određuje se isključivo na temelju stanja razvoja usjeva, bez obzira na kalendar, odnosno kad se zametak klasa primjetno odvoji od čvora busanja (~2 cm).
- c) *Treća prihrana* u klasanju, ili pred oplodnju ima malo značenje za visinu priroda, ali često utječe na porast hektolitarske mase i veći sadržaj dušika u zrnu. Međutim, mnogi istraživači smatraju da treća prihrana nema utjecaja na kvalitetu zrna jer se tada pretežno akumuliraju niskomolekularni oblici dušika. Za treću prihranu ozimih žita često se koristi naziv „korektivna“ jer upućuje na mjeru popravke ili dopune N-pihrane. Međutim treba znati da je cijena takvog zahvata često veća od koristi, odnosno „loš“ usjev neće pozitivno reagirati jer je prekasno za to.
- d) N_{\min} metoda usklađena je s ekofiziološkim aspektom gnojidbe ozimih usjeva i treba je primjenjivati kako bi se izbjegle sve nedoumice oko vremena i količine dušika u prihrani.

14) Startna gnojidba šećerne repe dušikom ne utječe na prinos i kvalitetu korijena šećerne repe.

- a) Šećerna repa preferira nitratni oblik dušika, ali će usvojiti jednako dobro i amonijski oblik i odmah ga ugraditi u organsku tvar, ali trošeći pritom već nakupljeni šećer. Stoga, u proljeće, treba striktno izbjegavati primjenu uree ili UAN-a za predsjetvenu, startnu ili N-prihranu šećerne repe.
- b) Amonijski dušik koči sintezu saharoze pa je jasno zašto su topljivi dušični spojevi i digestija obrnuto proporcionalni. Također, prisustvo veće količine niskomolekularnih oblika dušika u korijenu šećerne repe utječe na prekomjeran rast nadzemne mase (lišća i glava) i to često pred kraj vegetacije (*retrovegetacija*) uz intenzivno obnavljanje lista (zbog suše, bolesti, štetnika, tuče i dr.).

15) Dušik dodan za sprječavanje tzv. dušične depresije ubrzava razgradnju svježih zaorane organske mase, ali snižava sadržaj humusa u tlu.

- a) Žetveni se ostatci, stajnjak ili siderati, nakon zaoravanja u tlima dobre biogenosti brzo razlažu što utječe na povećanje mikrobiološke populacije različitih mikroorganizama i mezofaune (povećavaju biogenost), a primjena manjih količina dušika za podešavanje povoljnog C/N omjera ne predstavlja posebnu poteškoću. Jedan dio djelomično razložene svježe organske tvari uz pomoć mikroorganizama iznova gradi humus i taj se proces naziva *humifikacija* pri čemu se samo 20-30 % ugljika ugradi u tzv. stabilni humus čiji je C:N omjer ~10:1, dok se dušik humificira s koeficijentom od ~50 %. Ostali dio ugljika vraća se u atmosferu što se manifestira kao „disanje tla“.
- b) Dugogodišnja istraživanja pokazuju da dušik primijenjen za mineralizaciju organske tvari ne utječe na razgradnju humusa, ali ubrzava razgradnju svježe organske tvari čiji je omjer C:N vrlo širok (npr. kod pšenične slame omjer C:N je 100:1). Svježe zaorana organska tvar sadrži puno energije potrebne mikroorganizmima, ali malo dušika te njegova primjena pomaže brzom razvoju broja mikroorganizama čime se sprječava tzv. „*dušična depresija*“, odnosno manjak dušika u ranoj fazi porasta usjeva.
- c) Kada je slaba raspoloživost N, P i K, prinosi su niži te je manja i masa žetvenih ostataka što rezultira manjim nakupljanjem humusa. Dakle, mineralna gnojiva imaju vrlo važnu ulogu u *ciklusu organske tvari tla* jer povećavaju njenu tvorbu što povoljno utječe na koncentraciju humusa u tlu.

16) Kalcij se u tlu ponaša poput ostalih kationa.

- a) Kalcij je u fiziološkom pogledu jedinstven element jer učvršćuje stanične membrane u biljci, a premješta se samo *ascendentno* (prema gore) u transpiracijskoj struji vode. Kad biljke usvajaju malo vode, ili je transpiracija onemogućena (npr. visoka vlažnost u plasteniku), kretanje kalcija u biljci je onemogućeno.
- b) Uloga kalcija u tlu je vrlo bitna. U neutralnom tlu kalcij čini ~80 % svih kationa vezanih na koloide tla (humus i glinu) i snažno utječe na pH i strukturu tla, a time i na bioraspoloživost svih drugih elemenata biljne ishrane, kao i učinak gnojidbe.

17) Visok pH tla može se uspješno sniziti do potrebne razine.

- a) Snižavanje pH tla je vrlo skup agrotehnički zahvat upitne isplativosti, ali se može provesti, uglavnom na manjim površinama. Naime, visok sadržaj CaCO_3 najodgovorniji je za visok pH tla, a njegova neutralizacija zahtijeva ekvivalentnu količinu kiseline. Npr., kod 5 % CaCO_3 u tlu ono ga sadrži, u sloju do 30 cm, približno 225 t ha^{-1} ili 90 t ha^{-1} čistog Ca, a za neutralizaciju tako ogromne količine karbonata potrebna je ekvivalentna količina octene kiseline: $\text{CaCO}_3 + 2 \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{CO}_2$, odnosno ~3.000 t ha^{-1} 10 % octene kiseline.
- b) Za efikasno zakiseljavanje tla, npr. kod sadnje borovnice, koristi se uspješno drvena piljevina, borove iglice i druge vrste organske tvari, ali je to pogodno samo za trajne nasade jer se time unose u tlo i velike količine dugoročno štetnih tvari za druge biljke.

- c) Snižavanje pH tla moguće je izvesti unošenjem sumpora ili gipsa u tlo te različitih mineralnih kiselina, naravno uz vrlo upitnu isplativost takvog postupka. Potrebno je naglasiti kako redovita organska gnojdba, zelena gnojdba, primjena treseta, malčiranje površine tla i reducirana obrada postupno smanjuju pH tla, ali samo za vrijeme provođenja takve prakse.

18) Način i intenzitet navodnjavanja ne utječe bitno na usvajanje hraniva.

- a) Zapravo, praksa navodnjavanja izravno utječe na usvajanje hraniva iz tla.
b) Kod premalo vlage u tlu usvajanje hraniva opada zbog slabe aktivnosti korijena, ali i zbog slabog dotoka hraniva do korijena (kretanjem vode kroz pore tla ili difuzijom).
c) Kad je u tlu previše vode, korijen nema na raspolaganju dovoljno kisika za svoju aktivnost, pH pada, a hraniva mogu biti isprana iz zone korijena, pa i izgubljena ako se nađu u podzemnoj vodi.

19) Žuto (klorotično) i nekrotično (odumrlo) lišće ukazuje na slabu ishranjenost biljaka.

- a) Razlozi pojave *kloroze* (žućenja lišća) mogu biti raznoliki, od neoptimalne temperature (niske ili visoke), različitih bolesti lista ili korijena (npr. *Pythium*, *Alternaria* i *Xanthomonas*), neadekvatne primjene zaštitnih sredstava ili hormona (npr. *Cicocel* i *Florel*), ali i nedostatka pojedinih neophodnih elemenata ishrane, npr. dušika, kalija, željeza, magnezija i dr.
b) Suvišak nekih elemenata ishrane također može biti razlog kloroze, npr. klora, bora i dr.

20) Kukuruz je ljubičast kad je proljeće „hladno“.

- a) Optimalna pH reakcija tla za kukuruz je 6-7, što je također optimalno i za mineralizaciju organskih rezervi tla. Međutim, u kiselim uvjetima, uz suvišak vode u tlu i "hladnije proljeće" često dolazi do problema usvajanja fosfora u ranom porastu kukuruza (slika 1.). Preduvjeti pojave ljubičaste boje uz usporen porast kukuruza su sljedeći:
i) kiselo ili ekstremno kiselo tlo,
ii) tlo zasićeno vodom pa je:

- (a) kiselost tla još niža (reduktivniji uvjeti),
- (b) raste konc. slobodnih iona Al^{3+} (i Fe^{2+}) koji "blokiraju fosfate",
- (c) korijen nema dovoljno kisika (*anaerobioza*), što uvjetuje
- iii) blokadu usvajanja fosfora (i drugih hraniva),
- iv) rast sinteze ljubičastog antocijana (ali ne i klorofila) i
- v) kukuruz je ljubičast, a zastoj u njegovu porastu evidentan.



Slika 1. Simptomi manjka P na kukuruzu u uvjetima niskog pH tla, "hladnog" i "vlažnog" proljeća

- b) Najbolje rješenje, odnosno *kontrola štete* je kultivacija kukuruza (prozračivanje i prosušivanje površinskog sloja) uz primjenu KAN-a (koji sadrži $N-NO_3$ i $CaCO_3$) „pod kultivator“ i bez intervencije s kompleksnim NPK gnojivima (npr. 15:15:15) jer će plitak unos P i K kasnije zaustaviti porast korijena u dubinu i izložiti kukuruz utjecaju suše. Nakon kultivacije i sušenja površinskog sloja ubrzo će doći do nestanka simptoma deficita P (zastoj u vegetaciji svakako će umanjiti prinos) i to čim korijen "probije" *redukcijsku zonu* koja je posljedica zasićenja (*saturacije*) tla vodom, „*tabana pluga*“, *argiluvličnog horizonta* (vodonepropustan sloj tla) ili visoke razine podzemne vode.

21) Fosforna i kalijeva gnojiva se ne ispiru iz tla.

- a) Ova zabluda je povezana s činjenicom da je tako u većini, osobito u mineralnim tlima. Međutim, u organskim (jako humoznim) i izrazito pjeskovitim tlima, s malo gline, fosfor će biti lako ispran.
- b) Premještanje fosfata u većini tala bit će samo nekoliko mm, bez obzira je li fosforno gnojivo primijenjeno kao kruto ili tekuće.

22) Kalijev klorid je za biljke lošiji izbor od kalijevog sulfata.

- a) Kalij, sumpor i klor su neophodni elementi, ali biljke zahtijevaju veliku količinu K, znatno manju S, a neznatnu Cl te se gnojidbom kalijevim kloridom u tlo unosi velika količina klora. Međutim, kloridni ion (Cl^-) nije štetan za biljke, životinje ili mikroorganizme u normalnim količinama, ali je nepoželjan, pa čak i štetan u suvišku.
- b) Normalna koncentracija klora u većini tala ne prelazi 50 ppm (50 mg kg^{-1}) jer se ponaša vrlo slično nitratnom dušiku, odnosno ne veže se u tlu i lako se ispire. Stoga na ocjeditim tlima ne treba očekivati štete kod biljaka koje su osjetljive na njegov suvišak, npr. krumpir, duhan, grah, krastavci, dinje, luk, salata, voće (badem, marelica, vinova loza, breskve) itd. Koncentracije Cl^- u tlu veće od 500 ppm, koje mogu smanjiti prinos i kakvoću proizvoda, moguće su samo kod

primjene izuzetno visokih doza KCl-a i to na nepropusnim, slabo dreniranim ili zbijenim tlima.

- c) Kalijev sulfat (K_2SO_4 ; 50 % K_2O ; 18 % S) je znatno skuplji u odnosu na kalijev klorid (KCl; 60 % K_2O) i opravdano ga je koristiti samo kod K-doza većih od 300 kg ha^{-1} potrebnih za visok urod krumpira namijenjenog proizvodnji čipsa i duhana zbog boljeg izgaranja.
- d) Kod primjene kalija u osnovnoj gnojidbi (preporuka), ili znatno prije sjetve, odnosno sadnje, nema razlike između kalijevih soli (klorida, sulfata i nitrata).

23) Izuzetno učinkovita gnojiva mogu rješiti velik broj problema.

- a) Kad su cijene gnojiva visoke, mediji su puni reklama o „iznimno učinkovitim“ konvencionalnim, folijarnim, bakterijskim i drugim „indirektnim“ i inim „čudotvornim“ gnojivima kojima rješavate sve probleme biljne proizvodnje.
- b) Međutim, „*perpetuum mobile*“ nije moguć (kosi se sa zakonima termodinamike), pojednostavljeno: nemojte naivno očekivati da se s malo energije (novca ili stvari) može znatno i na dulji rok osigurati dovoljno hrane biljkama.

24) Upotreba zeolita (ili drugih tvari za povećavanje hidrofilitnosti tla) sprječava sušu.

- a) Primjena zeolita je posve neefikasan i ekonomski neisplativ način smanjivanja štete od suše jer zeoliti zadržavaju prosječno 55 g vode na 100 g (45-75), a to je svega 165 kg vode u 300 kg zeolita ili ekvivalent od 0,165 mm oborina. Znatno efikasnije sprječavanje efekata suše je povećanje organske tvari tla primjenom različitih agrotehničkih mjera (organska i zelena gnojidba, zaoravanje žetvenih ostataka, širi plodored i dr.).
- b) Porast koncentracije humusa za 0,5 % (npr. s 2,0 na 2,5 %), što je moguće relativno lako postići i održati promjenom prakse, povećava njegovu količinu u oraničnom sloju tla za $15.000 \text{ kg ha}^{-1}$ te omogućava $45.000 \text{ kg ha}^{-1}$ više zadržane vode u tlu, odnosno 45 mm oborina ha^{-1} (što je približno jedan obrok navodnjavanja). Povećanje koncentracije humusa s 2 na 3 % odgovara zadržavanju 90 mm oborina ha^{-1} , što bi značajno umanjilo negativne efekte i „jake“ suše.

25) Usjev pod stresom treba prihraniti.

- a) Prihrana usjeva koji imaju na raspolaganju dovoljno hraniva može dovesti do dodatnog stresa. Dakle, kad nema simptoma manjka elemenata ishrane ili kad folijarna analiza pokazuje dobru ishranjenost, usjev ne treba prihranjivati jer stres može biti posljedica nedostatka vode, niske ili visoke temperature, neadekvatne zaštite, suviše vode ili zbijenog tla i dr.
- b) Pogrešno je folijarno prihranjivati biljke pod stresom koji je izazvan sušom, izuzev ako folijarna analiza ne pokaže manjak hraniva. Naime, u sušnim uvjetima biljke u pravilu sadrže dovoljno neophodnih elemenata, a do zastoja u rastu i razvitku dolazi uglavnom zbog nedostatka vode.

-
- c) Energiju koju će biljke pod stresom potrošiti na usvajanje hranjivih tvari bolje je utrošena na kompenziranje štete od štetočina ili bolesti koje „napadaju“ oslabljene biljke.

26) Trajni nasadi (drvenaste vrste) zahtijevaju duboko unošenje gnojiva.

- a) Velika većina stabala najveći dio hraniva usvoji iz površinskog sloja tla, odnosno iz prvih 20-ak cm, gdje ima dovoljno kisika i vode za potrebe korijena.
- b) Unošenje gnojiva u trajnom nasadu na dubinu veću od 30 do 40 cm ima mali učinak na njegovu ishranu.

27) Mineralna gnojiva su štetna za naše zdravlje i okoliš.

- a) U posljednja dva desetljeća jako se proširio „kult zavedenih ljudi“ koji sebe nazivaju "ekološki poljoprivrednici" i „propovijedaju“ čudnu doktrinu izgrađenu uglavnom na pseudoznanosti, emocijama, praznovjerju i mitovima, uz tek nekoliko poluistina kako bi se njihovo mišljenje činilo istinito i uvjerljivo, a njihova hrana bila skuplja. Uz to, sve manje ljudi se bavi poljoprivredom, dok velika većina vrlo malo zna o proizvodnji hrane te dezinformacije i mitove lako prihvaćaju kao istine.
- b) Mit o „zdravoj hrani“ uglavnom se temelji na dogmi da su mineralna gnojiva "otrov" za tlo i biljke jer uništavaju korisne organizme u tlu, npr. gujavice i mikroorganizme, da su tako gnojivi usjevi neotporni na štetočine i bolesti, da ona stimuliraju rast korova te konačno štete zdravlju stoke i ljudi koji jedu tako proizvedenu hranu jer izazivaju rak i druge opake bolesti. U stvarnosti, biljke grade organsku tvar iz kemijskih elemenata koji su jednaki i prirodni, bez obzira potječu li iz mineralnog ili organskog gnoja, žetvenih ostataka, komposta ili iz minerala tla. Npr. dušik iz uree ili KANa potječe iz atmosfere (koju i mi udišemo), kao i onaj u stajskom gnoju, i posve je prirodan i istovjetan onom iz stajskog gnoja. Priroda je izvor svih neophodnih elemenata biljne ishrane, bez obzira jesu li unesena u tlo organskim ili mineralnim gnojivima.
- c) Mineralna gnojiva su također prirodnog podrijetla. Npr. dušik potječe iz atmosfere (sintetska urea se ne razlikuje od prirodne koju proizvodi životinjsko ili ljudsko tijelo), fosforna gnojiva su podrijetlom iz fosfatnih stijena, a kalij potječe iz morskih sedimenata. Dakle, priroda gradi biljna hraniva, a industrija ih transformira u oblik koje biljke mogu usvojiti jer to ne mogu same učiniti, barem ne dovoljno brzo i u količini koja bi omogućila očekivani prinos.
- d) Ni najsuptilnije kemijske analize ne mogu dokazati razliku u sastavu i kakvoći hrane proizvedene na ekološki ili konvencionalan način. Također, neadekvatna primjena organskog gnoja može imati jednake, čak i veće štetne efekte od primjene mineralnih gnojiva. Naime, razgradnju (mineralizaciju) organske tvari obavljaju mikroorganizmi koji zahtijevaju povoljne uvjete za svoju aktivnost. Stoga se vrlo često događa da se mineralizacija (transformacija organske tvari do mineralnih elemenata ishrane) dogodi prije ili tek nakon vegetacijskih potreba

biljaka te završe, posebice nitrati, u vodi za piće, rijekama i jezerima. Također, stajski gnoj sadrži patogene klice koje u vodi za piće izazivaju po život opasne bolesti.

- e) Gnojidba organskim gnojivima stoga je ograničena EU *Nitratnom direktivom* što često u ekološkoj biljnoj proizvodnji uz nedostatnu ishranu rezultira hranom niže nutritivne vrijednosti. Dakle, odgovorna primjena obje vrste gnojiva ne predstavlja ozbiljnu pretnju očuvanju i zaštiti okoliša.

28) Hranjive tvari u svim gnojivima su iste te je stoga dovoljna primjena samo organskog gnoja.

- a) Organskog gnoja nema dovoljno za cjelokupne potrebe čovječanstva u hrani, a kad bi ga i bilo, zbog postizanja nižih prinosa bili bi potrebni milijuni hektara dodatnih poljoprivrednih površina, kojih na Zemlji nema. Npr., prinosi žitarica su u ekološkoj proizvodnji svega $\frac{1}{3}$ do $\frac{1}{2}$ u odnosu na konvencionalnu i to uz znatno višu cijenu proizvoda.
- b) Organska gnojiva sadrže nisku koncentraciju elemenata ishrane i ne pružaju uravnoteženu ishranu biljaka jer njihov sastav jako varira ovisno o vrsti i načinu uzgoja stoke, a i efikasnost (iskoristivost) je vrlo promjenjiva s obzirom na agroekološke uvjete, način čuvanja i primjene. Npr. značajni gubitci dušika događaju se pri spremanju i fermentaciji organskog gnoja, a amonijski dušik lako se i brzo gubi isparavanjem nakon iznošenja te ispiranjem nitrata nakon njegove mineralizacije u tlu. Općenito, samo oko $\frac{1}{4}$ cjelokupne količine dušika u stajnjaku bude iskorištena usjevom, a u višegodišnjoj primjeni, zbog produžnog efekta najviše do 50 %.
- c) Stajnjak izvezen na parcelu treba odmah raspodijeliti i zaorati jer gubici dušika vrlo brzo rastu. Npr., koeficijent djelotvornosti dušika iz stajnjaka je u prvoj godini primjene $\sim 0,50$ (50 % iskorištenja) ako se zaore u roku od dva dana nakon izvoženja na parcelu. Kad se zaore nakon 2-4 dana, on je tek 0,35, a samo 0,20 nakon 7 dana ili malčiranja (primjena stajnjaka po površini bez zaoravanja).
- d) Istraživanja pokazuju da organsko gnojivo ima podjednak učinak kao mineralno ako sadrži najmanje 5 % barem jednog od tri glavna hraniva, a to je moguće samo kad se organski gnoj „obogati“ mineralnim gnojivima.
- e) Sastav mineralnih gnojiva je poznat, koncentracija elemenata mnogostruko viša, a njihova učinkovitost puno manje ovisi od agroekoloških uvjeta proizvodnje.

29) Organska gnojiva povećavaju sadržaj humusa u tlu, a mineralna ga smanjuju.

- a) Premda je rašireno mišljenje kako samo organska gnojiva povećavaju sadržaj humusa, obje vrste gnojiva mogu doprinijeti nakupljanju organske tvari u tlu. Međutim, intenzivna upotreba samo mineralnih gnojiva, uz odnošenje žetvenih ostataka (npr. za potrebe stočarstva ili proizvodnje bioenergije) ili njihovo spaljivanje nakon žetve, rezultira najčešće padom koncentracije humusa u tlu.

- b) U tlima pod prirodnim biocenozama intenzitet nastanka i razgradnje organske tvari je uravnotežen, što rezultira stabilnim sadržajem humusa. Međutim, poljoprivredna proizvodnja, posebica obrada, neizbježno intenzivira procese mineralizacije te otuda sklonost svih poljoprivrednih tala smanjivanju sadržaja organske tvari. Brzina kojom pada sadržaj organske tvari ovisan je o sustavu gospodarenja, odnosno sustavu korištenja nekog tla.
- c) Organska tvar 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.). Ona je i osnovni izvor energije za životnu aktivnost mikroorganizama tla.
- d) Ne postoje znanstveni dokazi o superiornosti organskog ili anorganskog izvora biljnih hraniva. Zapravo, dugoročni poljski pokusi iz cijelog svijeta pokazuju kako je moguće postići održiv način proizvodnje hrane korištenjem organskih i/ili mineralnih gnojiva.

30) Primjena mineralnih gnojiva, posebice dušika stabilizira klimatske prilike.

- a) Često se navodi se kako intenzivna primjena uree i drugi N-gnojiva utječe na brži rast usjeva i njihov veći prinos, a one tada usvajaju više ugljičnog dioksida iz zraka. Nakon žetve i odnošenja merkantilnog uroda ostaje veća masa žetvenih ostataka koji nakon zaoravanja grade humus (*humifikacija*).
- b) Zapravo, intenzivna gnojidba, posebice dušikom, barem na prostoru istočne Hrvatske, ne podiže sadržaj humusa u tlu već suprotno, on opada do određene granice. Vjerojatan razlog je u podizanju „apetita“ mikroorganizama tla koji imaju izobilje hrane s dovoljno dušika, a kad razgrade svježe unesenu organsku tvar počinju razgrađivati i teško razgradivi humus. Padom sadržaja humusa pogoršava se struktura tla i njegova sposobnost zadržavanja vode i zraka što povećava potrebu za navodnjavanjem i sve većim ekološkim opterećenjem zbog migracije dušika u podzemne vode i vodotoke.
- c) Razlog pada sadržaja humusa u tlu zapaža se često i uz redovitu primjenu organskog gnoja pa ima dosta mišljenja da je za dio problema odgovorna i moderna tehnologija. Naime, tlo se često pogrešno smatra lako obnovljivim resursom, što ono svakako nije, pa se zbog povećanja prinosa i veće zarade intenzivira agrotehnika. Npr., česta i duboka obrada „otvara“ tlo što utječe na intenziviranje oksidacijskih procesa; pojačana gnojidba pospješuje brži rast i sintezu veće količine organske tvari koja „otvara“ apetit mikroorganizmima; žetveni ostatci, pa i kompletan biološki prinos, koristi se za proizvodnju bioenergije i odnosi se s polja, itd. Dakle, suvremena praksa korištenja tla neminovno rezultira padom sadržaja humusa.

U Osijeku, 10. listopada 2013. god.

Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović