

ZELENA GNOJIDBA (SIDERACIJA) I POKROVNI USJEVI

Zaoravanje zelene mase usjeva naziva se *zelena gnojidba* ili *sideracija*. Vrijednost zelene gnojidbe najbolje opisuje činjenica da je organska tvar njegov najvrijedniji sastojaka obzirom na nezamjenjivu ulogu u formiranju i održavanju strukture, povoljnog vodnog, zračnog i toplinskog režima, biogenosti (mikrobiološke aktivnosti), pufernih svojstava, kao i u snabdjevanju biljaka dušikom, fosforom i mikroelementima.

Pod povoljnim uvjetima temperature, vlage i aeracije aktivnost mikroorganizama tla je intenzivna, a njihov životni ciklus završava kao izvor hrane za nove mikroorganizme, ali i za biljke. Stoga tlo nipošto nije mrtav supstrat, odnosno izvor hranjivih tvari, nego vrlo živ „kemijsko-biološki laboratorij“, a humus se često opisuje kao „životna snaga“ tla. Premda biljke najveći dio potrebe za ugljikom zadovoljavaju iz atmosfere (kao CO₂), većina mikroorganizama u tlu ovisi o ugljiku organske tvari tla.

Humus, koloidna organska tvar tla, je izgrađen od ostataka živih organizama koji su više ili manje razloženi i zatim, najvećim dijelom iznova grade organsku tvar tla, odnosno humus (proces humifikacije) čiji su sastav i građa bitno različite u odnosu na živu tvar. Organsku tvar tla čine humus i nepotpuno razloženi biljni ostaci i ona je dom i hrana milijunima živih bića u tlu (bakterije, gljivice, alge, protozoe, kukci, crvi i dr.) koja su uključena u njenu promijenu. Količina organske tvari u tlu i njena kakvoća utječu, ne samo na mogućnost rasta biljaka, već i na proces nastanka tla, odnosno organomineralnog kompleksa. U odnosu na mineralni dio, količina organske tvari u tlu je mala, no ipak je od suštinskog značenja. Naime, prisutnost organske tvari u tlu određuje razliku između tla u smislu prirodnog supstrata biljne ishrane i rastresite mase raspadnutih stijena litosfere (matični supstrat) u termičkim i kemijskim procesima.

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.) i drugo. Ona je osnovni izvor energije za životnu aktivnost mikroorganizama tla pa bi eventualnim nestankom organske tvari tla došlo do katastrofalnih posljedica po čitav život na Zemlji. Od ukupne količine nežive organske tvari tla na Zemlji, na humus otpada 60-80 %.

Značaj humusa u tlu može se promatrati s fizičkog, kemijskog i biološkog aspekta. U fizičkom pogledu humus poboljšava vodnozračni režim i termička svojstva tla. Tlo s više humusa je tamnije boje te apsorbira veću količinu Sunčeve radijacije uz njegovo brže zagrijavanje. Nezamjenjiva je uloga humusa u nastanku strukturnih agregata tla i nastajanju povoljne strukture koja poboljšava aeraciju i drenažu. Strukturna tla vežu više vode, manje su podložna eroziji i ispiranju koloidnih čestica te se znatno lakše obrađuju.

Humus zadržava vodu u omjeru 1 : 2,6 do 1 : 6, te ako uzmemo vrijednost od samo 1 : 3, uz prosječan sadržaj humusa u tlu od 2%, to iznosi ~60.000 kg humusa/ha (do dubine od 20 cm). Ako bi se povećala koncentracija humusa u tlu na 2,5% (što je moguće postići promjenom prakse, kao i održati tu razinu) dolazimo do razlike od 15.000 kg humusa ili 45.000 kg zadržane vode u tlu, odnosno 45 mm oborina/ha (što je približno jedan obrok navodnjavanja). Kad bi se koncentracija humusa u tlu podigla s 2 na 3% to bi odgovaralo zadržavanju 90 mm oborina/ha, što bi značajno umanjilo negativne efekte suše (ovisno o kemijsko-fizikalnim svojstvima tla, rasporedu oborina i potrebi usjeva za vodom u periodu suše). Otuda je viši sadržaj humusa u tlu dobra prevencija jer je njegov sadržaj u negativnoj korelaciji sa štetama od suše.

U posljednje vrijeme često se propagira upotreba zeolita za prevenciju suše. Međutim, to je posve neefikasan i ekonomski neisplativ način smanjivanja štete od suše jer zeoliti zadržavaju prosječno 55 g vode/100g (45 - 75), a to je svega 165 kg vode/300 kg zeolita ili ekvivalent od 0,165 mm oborina. U odnosu na povećanje organske tvari tla primjenom različitih agrotehničkih mjera (organska i zelena gnojidba, zaoravanje žetvenih ostataka, širi plodored i dr.), sve ostale agrotehničke mjere, uključujući i izgradnju sustava za navodnjavanje, su puno skuplje i ekonomski neisplative u proizvodnji usjeva.

Veliki broj važnih kemijskih svojstava tla vezan je uz prisutnost humusa. Bjegova izrazita moć sorpcije iona i sposobnost različitih reakcija s mineralnom frakcijom tla osigurava organskoj tvari prvorazredan značaj u poboljšanju njegovih kemijskih svojstava. Humus znatno povećava kapacitet tla za sorpciju iona i preko toga poboljšava njegova puferna svojstva regulirajući ravnotežu između iona u vodenoj fazi tla i onih koji su izmjenjivo vezani na koloidnim česticama tla što sprječava nagle promjene koncentracije hraniva u vodenoj fazi tla i omogućava ravnomjeran dotok hraniva u zonu korijena.

Vrlo značajna uloga humusa je u stvaranju kompleksnih spojeva (*kelata*) koje biljke lako mogu usvajati, a tako vezani ioni kovina nisu podložni ispiranju ili različitim mogućnostima imobilizacije (kemijska i biološka fiksacija). Teški metali imaju posebice izraženu sklonost kelatiranju i vrlo se često koriste kao kelatni spojevi (npr. sequestren ili Fe-DTPA).

Pored sprječavanja gubitaka teških metala ispiranjem ili njihovom transformacijom u teško topljive spojeve koje biljke ne mogu usvajati, značajna je uloga organske tvari u sprječavanju kemijskog vezivanja fosforne kiseline nakon gnojidbe fosforom gnojivima (*humat efekt*), posebice u kiseloj sredini gdje lako nastaju netopljivi i nepristupačni fosfati željeza i aluminija. Stoga je humus naročito važan u opskrbi biljaka fosforom, kalcijem i željezom i kao izvor dijela P, S, K, Fe i drugih biogenih elemenata.

Premda je zelena gnojidba poljoprivredna praksa više od dvije tisuće godina, kemizacijom poljoprivrede i primjenom sve većih količina mineralnih gnojiva, odnosno sve većom produkcijom hrane, gotovo da je zaboravljena. Budući da je intenzivna poljoprivredna proizvodnja najčešći uzrok gubitku organske tvari tla i pogoršanju njegovih svojstava, primjena organske i zelene gnojidbe nameće se kao važna mjera u popravci narušene plodnosti, odnosno poboljšanju njegovih fizikalno-kemijskih svojstava. Degradaciji tla naročito doprinose prekomjerna gnojidba, spaljivanje žetvenih ostataka, neadekvatna obrada, monokultura i uzak plodored i dr.

Najčešće se koriste sljedeće definicije kod unosa biljne tvari u tlo:

- Zelena gnojidba je praksa obogaćivanja tla zaoravanjem usjeva (osim biljnih ostataka), bilo uzgajanih na mjestu zaoravanja ili donjetih sa drugih parcela,
- Pokrovni usjevi se siju sa svrhom pokrivanja i zaštite tla tijekom zime (zimski) ili ljeti (ljetni) i kao međusjevi (živi malč),
- Usjevi „hvatači“ (*catch crop*) su brzo rastući usjevi zasijani nakon glavnog usjeva u istoj sezoni i pokrivaju tlo nekoliko tjedana,
- Integrirani sustavi usjeva – stočna ispaša (npr. mješani usjev zobi i grahorice; vidi sliku),
- Usjevi za stvaranje hlada koriste se samo u toplim krajevima i svojom sjenom štite tlo i biljke tijekom ljeta od pregrijavanja i erozije izazvane jakim kišama i
- Alelopatički usjevi (npr. raž, sirak, sudanska trava i dr.) koji, osim sideracije, sprječavaju rast korova (ili prethodnog usjeva), djeluju nematocidno i dr.

Primjena zelene gnojidbe zbog obogaćivanja tla organskom tvari (i dušikom) je često upitna, jer se porast humusa najčešće postiže samo u razdoblju provođenja takve mjere. To vrijedi i za primjenu stajnjaka (i žetvenih ostataka) pa unos organske tvari u tlo mora biti redovna agrotehnička mjera. Naime, sadržaj organske tvari u tlu je karakteristična i stabilna veličina, zavisna od klime i kemijsko-fizikalnih svojstava tla, ali se zato zelenom gnojidbom i unosom organske tvari u tlo može znatno povećati biogenost, kao i strukturalna svojstva tla. Međutim, kalcizacijom (humizacijom i fosfatizacijom) dolazi do promjene oksidoredukcije u tlu te intenzivnijeg razlaganja organske tvari pa se takve mjere popravke tla, kao i svaki oblik zelene gnojidbe, mora posebno razmotriti, a često je i aktivna tvar iz mineralnih gnojiva jeftinija od primjene zelene gnojidbe. Ipak, sideracija ima značaj u povećanju dušika tla i to bez utroška energije, jer leguminozne biljke simbiotski vežu molekularni dušik iz atmosfere. Ona također pomaže u sprječavanju površinske erozije, poboljšava fizikalna svojstva tla (povećava retenciju za vodu i aeraciju), sprječava ispiranje hraniva (konzervacija hraniva) i intenzivira mikrobiološke procese u tlu. Stoga je zelena gnojidba naročito interesantna u alternativnim sustavima biljne proizvodnje (ekološka i biodinamska).

Biljne vrste koje se koriste za zelenu gnojidbu trebaju sadržavati veliku količinu lakorazgradljivih tvari, najprije dušika i pepela te je poželjno da se proces njihove razgradnje nakon zaoravanja odvija što brže. Međutim, sastav biljaka mijenja se tijekom vegetacije pa starije biljke sadrže više lignina i celuloze, a manje pepela i dušika, teže se razlažu i imaju nepovoljniji C:N omjer. Nasuprot njima, kod mlađih biljaka koje se brzo razlažu, mogući su gubitci u obliku amonijaka pa se za zelenu gnojidbu pristupa kompromisnom rješenju, obično se zaoravaju biljke u fazi cvjetanja.



Slika 1. Združeni pokrovni usjev, pogodan i za ispašu

Za zelenu gnojidbu uzgajaju se biljke relativno brzog porasta, s dosta organske tvari i velike apsorpcijske moći korijena što im omogućuje relativno efikasnu transformaciju nepristupačnih oblika hraniva u bioraspoloživa hraniva. Ponekad se u alternativnim sustavima biljne proizvodnje koriste *nematocidne biljke* (npr. *Pangola digitgrass*, *Digitaria decumbens*, *Transvala digitgrass*, *Tagetes patula*, *Indigofera hirsuta*, *Crotalaria spectabilis* i dr.). Kod izbora usjeva (ili smjese usjeva) za zelenu gnojidbu treba znati da leguminoze sadrže relativno puno dušika uz niži sadržaj ugljikohidrata, dok je kod trava to suprotno. Količina zelene mase koja se zaorava je $10 - 20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (ili $2 - 4 \text{ t ST}\cdot\text{ha}^{-1}$), zatim $0,7-3,0 \text{ t}$ korijena i stabljika po ha i oko $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ kod leguminoza. Zelenu masu prije zaoravanja potrebno je usitniti radi nesmetane obrade i pripreme tla za sjetvu.

Smjesa usjeva ima prednost nad „čistim“ usjevom, posebice ako su vremenski uvjeti loši pa jedan od usjeva u smjesi podbaci. Naime, svaka komponenta smjese ima različitu vegetaciju što je povoljno za ispašu, a u smjesi leguminoza i trava osigurana je fiksacija dušika uz veću organsku masu. Također, združeni usjevi smanjuju potrebu za rotacijom i omogućavaju alelopatsku zaštitu usjeva i dr.

Pokrovni usjevi neobično su važni u sustavima primarne organske produkcije, naročito s aspekta održive poljoprivredne proizvodnje. Pod izrazom pokrovni usjev podrazumjeva se više različitih mjera održavanja tla pod vegetacijom (zimski pokrovni usjevi, zelena gnojidba ljeti, „živi malčevi“ (među usjevi), sjetva krmnog

bilja iza glavnog usjeva i dr.), a s namjerom održanja ili povećanja organske tvari tla, poboljšanja fizikalnih svojstava tla (strukture, vodozračnog režima i dr.), akumulacije dušika leguminozama, poboljšanja mikrobiološke aktivnosti tla, suzbijanja korova, odnosno općenito podizanja plodnosti tla.

Dakle, zelena gnojidba podrazumjeva unos svježe, lakorazgradljive organske tvari u tlo s namjerom obogaćivanja tla hranivima, dok pokrovni usjevi imaju dodatnu funkciju "pokrivača tla" s namjerom sprječavanja erozije (vodom ili vjetrom) i ispiranja hraniva, prije svega nitrata (u tom smislu često se nazivaju i "usjevi hvatači", odnosno "catch crops" (npr. raž poslije kukuruza spriječiti će ispiranje hraniva tijekom zime, ali i rast korova). Pokrovni usjevi mogu biti jednogodišnje, dvogodišnje ili višegodišnje zeljaste biljke, često i više vrsta biljaka združenih sjetvom.

Od zimskih pokrovnih usjeva često se koriste različite leguminoze (djeteline, grahorice i dr.), ali to može biti i raž (pa čak i mješavina, raži, ječma i pšenice) ili neka druga žitarica koja dobro podnosi zimske uvjete uzgoja.

Pokrovni usjevi uzgajani ljeti uglavnom imaju namjenu siderata i koriste se u cilju popunjavanja plodoreda uz obogaćivanje tla hranivima, posebice na slabo plodnim tlima, ili kao priprema zemljišta za višegodišnji usjev ili zasnivanje trajnog nasada. Koriste se različite leguminoze, ali i druge biljne vrste kao što su proso, krmni sirak, sudanska trava, rauola, heljda i dr., koje će pomoći u poboljšanju fizikalno-kemijskih svojstava tla i "gušenju" korova.

Tablica 1. Izbor pokrovnog usjeva obzirom na njegovu ulogu

Uloga pokrovnog usjeva	Najbolji izbor
Akumulacija N	crvena djetelina ili grahorica
Uklanjanje N	<u>Jesen:</u> rauola i druge krstašice (npr. uljana repica), zob <u>Zima/proljeće:</u> raž, ozima pšenica
Sprječavanje korova	rauola i druge krstašice, ozima raž, heljda
Supresija nematoda	gorušica, sudanska trava/sirak, rauola (jako ovisno o varietetu i vrsti nematoda)
Popravak strukture tla	ozima zob i raž (konoplja)
Eliminacija zbijenosti tla	lucerna, slatka djetelina (<i>Mellilotus spp.</i>) i konoplja
Povećanje org. tvari	<u>Jesen:</u> ozima zob, rauola <u>Ljeto:</u> proso, sirak, sudanska trava
Sprječavanje erozije	ozima raž, ozima pšenica, ljulj

Pod pojmom "živi malč" podrazumjeva se pokrovni usjev unutar godišnjeg ili višegodišnjeg usjeva ili trajnog nasada (među usjev) koji donosi dobit. Živim malčevima suzbija se korov, smanjuje ili sprječava erozija tla, poboljšava plodnost, zadržava voda i utječe na bolji kvalitet podzemne vode (sprječavanjem ispiranje lakopokretnih iona). Primjerice, živi malč može biti grahorica u kukuruzu, djetelina u "no-till" povrću, različite trave ili leguminoze u voćnjacima i vinogradima i dr.

Za suzbijanje korova koriste se biljke koje imaju naglašena *alelopatička* svojstva (usporavaju ili inhibiraju rast drugih biljaka i/ili korova). Npr. mlada raž zaorana u punom busanju, a prije "no-till" sadnje povrća može spriječiti pojavu korova za nekoliko tjedana, odnosno sve do trenutka kada usjev potpuno "pokriva" tlo. Osobno iskustvo sa sjetvom raži prije sadnje rajčice u Istri je izvrsno.

Efikasnost sideracije i uzgoja pokrovnih usjeva treba procjenjivati, s jedne strane kroz podizanje plodnosti i obogaćivanje tla hranivima, sprječavanje erozije, redukcije korova, zadržavanje hraniva i sprječavanje onečišćenja podzemnih voda, ali i s aspekta ekonomske isplativosti. Naime, kratkoročna korist često može biti niža od uloženi sredstava i rada te potrebu za zelenom gnojidbom i sjetvom pokrovnih usjeva treba razmotriti za svaki konkretni slučaj, posebice analizirajući dugoročnu korist (sprječavanje erozije i onečišćenje okoliša, podizanje produktivnosti tla, eliminacija korova i dr.). U ekološkoj proizvodnji hrane, sideracija i sjetva pokrovnih usjeva, zapravo i nema alternativu.