

Spaljivanje žetvenih ostataka i konzekvence

Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović

Sezona je žetve ozimih usjeva i poljoprivredni proizvođači moraju razmisliti i odlučiti kako pripremiti tlo za narednu vegetaciju pa mi u vrijeme žetve često pada na pamet pomisao kako je poljoprivreda (podjednako ratarstvo i stočarstvo) veoma slična kuhanju, jer nakon žetve, odnosno ručka, moramo se pobrinuti za narednu vegetaciju, odnosno slijedeću pripremu jela i pospremiti nered.

Praksa spaljivanja žetvenih ostataka, kao i neželjene vegetacije, općenito se smatra kao dobra priprema zemljišta za narednu vegetaciju, ili druge poljoprivredne aktivnosti i široko je rasprostranjena u čitavom svijetu, ali je mnoge zemlje već dulje vrijeme zabranjuju. Kod nas, kao i u EU, žetveni se ostaci ne smiju spaljivati na poljoprivrednim površinama, a spaljivanje je dopušteno samo izuzetno u cilju sprečavanja širenja bolesti ili suzbijanja biljnih štetočina ([Pravilnik o dobrim poljoprivrednim i okolišnim uvjetima](#), NN 65/2013; [Pravilnik o agrotehničkim mjerama](#), NN 22/2019). Premda je paljenje



Slika 1. Izgled njive nakon spaljivanja žetvenih ostataka

žetvenih ostataka duboko ukorijenjeno u poljoprivrednu praksu, želim podsjetiti poljoprivredne proizvođače da razmisle o pozitivnim i negativnim konzekvencama spaljivanja biomase:

Prednosti spaljivanja žetvenih ostataka:

- Spaljivanjem žetvenih ostataka se uništava 75 - 98 % sjemena korova,
- Kasno jesensko spaljivanje ostataka usjeva također uništava korovske, ali iznikle biljke požnjevenog usjeva,
- Vatra često može potaknuti na klijanje (tzv. *skarifikacija*) „tvrdo“ i dormantno sjeme što omogućava naknadno uklanjanje izniklih biljaka drugom taktikom (npr. oranjem),
- Izgaranjem žetvenih ostataka omogućuje se učinkovitija inkorporacija *preemergentnih herbicida*,
- Spaljivanje zaostale biomase olakšana je priprema tla i sjetva narednog usjeva, smanjena je mogućnost pojave bolesti i štetočina, a i otklonjena mogućnost *dušične depresije* te mogućnost kratkoročnog vezivanja dušika na žetvene ostatke.

Pitanja koja treba razmotriti:

- Najbolji uspjeh eliminacije žetvenih ostataka, uništavanja sjemena korova, sprečavanja bolesti i štetnika postiže se visokom temperaturom izgaranja, što vrlo često ljeti dovodi do požara širih razmjera,
- Paljenje žetvenih ostataka mora biti usklađeno sa zakonskim odredbama, inače je ilegalno i kažnjivo, a uz to povećava, posebice na lakšim i nagnutim tlima, vjerojatnost pojave erozije uz manju sposobnost tla za očuvanjem vode,
- Učinak spaljivanja biljnih ostataka ovisi o njihovom sastavu i količini, pa ovisno o tome, kao i vjetru, temperatura izgaranja može biti različita,
- Spaljivanje žetvenih ostataka treba pripremiti kako bi sjeme korova bilo neposredno iznad površine tla, ali ipak nije moguće vatrom uništiti sve sjemenke (neki su korovi otporni na spaljivanje).

Nedostaci spaljivanja žetvenih ostataka:

- Izgaranje ostataka usjeva dovodi do atmosferske emisije niza štetnih i onečišćujućih tvari kao što su *amonijak* (NH_3), *dušikovi oksidi* (NO_x), *ne-metanski isparljivi organski spojevi* (NMVOC), *sumpor-dioksid*

(SO₂), ugljični monoksid (CO) i *lebdeće čestice* (PM10 i PM2,5) uključujući i *crni ugljik* (BC), kao i emisiju *teških metala* (HM) te *dioksina* koji oštećuju respiratorni sustav ljudi i životinja i dovode do povećanja oboljenja,

- Ostaci usjeva dobar su izvor hranjivih tvari i su važna su komponenta stabilnosti poljoprivrednog ekosustava. Naime, gubitak ugljika iz tla će rezultirati smanjenom mikrobiološkom aktivnošću što dugoročno negativno utječe na ciklus hranjivih tvari u tlu i sposobnost njegove detoksikacije. U žetvenim ostacima zadržano je ~25 % dušika (N) i fosfora (P), ~50 % sumpora (S) i ~75 % kalija (K) od njihove količine unesene gnojidbom, što žetvene ostatke čini održivim izvorom hranjivih tvari, a spaljivanjem se gubi ~90 % N i S i 15-20% P i K.
- Rizik od erozije tla je znatno povećan nakon spaljivanja žetvenih ostataka ili nepotrebne vegetacije,
- U cjelini, spaljivanje žetvenih ostataka je izrazito štetno jer smanjuje plodnost tla, utječe na snižavanje organske tvari i strukturalnost tla (osobito ako je spaljivanje biomase često), smanjuje infiltraciju vode u tlo, pojačava gubitak vode evaporacijom i pojačanim otjecanjem vode s parcele,
- Vatra uništava *edafon* (makro-, mezo- i mikroorganizme tla) što utječe na smanjenje broja biopora koje otvaraju gujavice,
- Spaljivanje žetvenih ostataka može nakon kiše znatno skratiti vremenski razmak za sjetvu narednog usjeva,
- Višegodišnje spaljivanje žetvenih ostataka znatno smanjuje brzinu infiltracije vode u tlo (~40 %) i potiče eroziju, sadržaj humusa u narednim godinama opada (do 30-ak %), a narušava se stabilnost strukturalnih agregata što utječe na slabije prozračivanje tla i manji sadržaj kisika neophodan za usvajanje vode i hraniva korijenom,
- Pri spaljivanju žetvenih ostataka temperatura dostiže 700 - 800°C, na površini tla iznosi 350 - 450°C, 3 cm ispod površine temperatura tla je između 150 i 300°C, a na dubini od 5 cm dostiže 100°C što je smrtonosno za *biotu tla* (živi organizmi tla; 5 - 20 t ha⁻¹ ili često i više u plodnom tlu).

Premda žetveni ostaci često izazivaju određene probleme, jer velika zaostala biomasa, njezino usitnjavanje i zaoravanje stvara određene poteškoće (npr. priprema tla za sjetvu pšenice poslije berbe kukuruza), znanost smatra jedino ispravnim njihovo očuvanje (zaoravanjem, usitnjavanjem i površinskim rasprostiranjem kao malč u *no-till*, *reduciranoj i/ili konzervacijskoj* obradi tla), a nikako spaljivanje. Pri tome, dodatna N-gnojidba za sprječavanje *dušičnog manjka* (tzv. *dušična depresija*) ne predstavlja poseban problem. Osim toga, uz *strip obradu* (obrada samo sjetvenih traka) prinos je često jednak onome bez pokrova od žetvenih ostataka, uz napomenu da takva obrada ipak nije pogodna za strne žitarice. Stoga treba smatrati žetvene ostatke vrijednim nusproizvodom jer sadržavaju veliku količinu energije koju treba iskoristiti na parceli ili u njenoj neposrednoj blizini (npr. prostirka za stoku, prehrana stoke, proizvodnja bioplina i dr.) i ostatke vratiti u agroekosustav (kao *organsko gnojivo* ili *bihugnoj*), a ne izgubiti sagorijevanjem uz uništavanje *biote tla* i porast *aerozagađenja*. Izgaranje biomase na velikim poljoprivrednim površinama prepoznato je kao važan faktor aerozagađenja, ali i zbog utjecaja na stanjivanje zaštitnog *stratosferskog ozonskog sloja*, porast koncentracije *troposferskog ozona* (tzv. *fotokemijski smog*) i povećanja broja lebdećih sitnih čestica (PM; *Particulate Matter*).

Tlo je stanište brojnih organizama i svaki od tih organizama ima važan i specifičan ekološki značaj. *Gruda tla je živa* jer održava milijarde života, potpomaže njihove bezbrojne biokemijske reakcije koje tlo čine živim i praktično nezamjenjivim supstratom biljne ishrane. Prisutnost svježje organske tvari i humusa u tlu je izvor ugljika, odnosno hrana i energija za mikroorganizme tla. Prema *Waksman-u* *humus je proizvod žive tvari i njen prirodni izvor, humus je rezerva i stabilizator organskog života na Zemlji*.

Nedavna istraživanja unutar EU pokazala su kako *zadržavanje žetvenih ostataka na parceli u količini od najmanje 4 t ha⁻¹ god⁻¹ rezultira većom akumulacijom SOC-a (organski ugljik tla; Soil Organic Carbon) ili njegova manji gubitak u odnosu na njihovo potpuno uklanjanje*, a sadržaj SOC-a raste godinama kad se u tlo redovno unose žetveni ostaci. *Rezultati kontrole plodnosti na području istočne Hrvatske* (2003. - 2015. god.) na ~25.000 uzoraka tla pokazuju da je prosječan sadržaj organskog ugljika u tlu 53,18 t ha⁻¹ (min. 7,24 do max. 214,77 t ha⁻¹), odnosno 91,68 t ha⁻¹ humusa (humus sadrži približno 58 % ugljika i 5 % dušika). Preračunato u

ukupni dušik (N_u) to iznosi $\sim 4.584 \text{ kg ha}^{-1}$ te se uz prosječnu stopu mineralizacije humusa od 1 % može približno očekivati $46 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ god}^{-1}$. [Proračun potencijala mineralizacije](#) (pN_{\min}) pokazuje da je iznos raspoloživog dušika na području Osječko-baranjske županije iz organskih rezervi tla ipak nešto viši ($67,48 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ god}^{-1}$), odnosno godišnja rata N-mineralizacije iznosi 1,467 % uz izrazitu varijabilnost ($K_v \% = 83,4$), jer taj proces najviše ovisi o vrlo promjenjivoj mikrobiološkoj aktivnosti tla i uvjetima u kojima se odvija (vlaga, toplina, pH, sadržaj SOC-a i dr.). Uz redovito odnošenje žetvenih ostataka, ili njihovo spaljivanje, treba gubitku ugljika pridodati i gubitak dušika koji je za istočnu Hrvatsku procijenjen na 433 kg N ha^{-1} u 20-godišnjem periodu. U trogodišnjoj plodosmjeni pšenice, ili neke druge strne žitarice, gubitak iznosi $\sim 145 \text{ kg N ha}^{-1}$ kroz 20 god. period, a to je praktično gubitak (trošak) jednogodišnje gnojidbe dušikom, ne računajući izgubljene i druge biogene elemente.

U Osijeku, 30. lipnja 2020. god.