



Doprinos međuuseva poboljšanju kvaliteta zemljišta u sistemima organske poljoprivrede

Bojan Vojnov^{a*}, Branko Ćupina^a, Đorđe Krstić^a, Svetlana Vujić^a, Brankica Babec^b,
Marjana Vasiljević^b, Srdjan Šeremešić^a

^aUniverzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Srbija

^bInstitut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Srbija

*Autor za kontakt: bojan.vojnov@polj.uns.ac.rs

SAŽETAK

Nedostatak organskog đubriva, pre svega stajnjaka, usled intenzivne poljoprivredne proizvodnje, upotrebom teške mehanizacije, sintetičkih đubriva, kao i gajenjem useva u monokulturi u konvencionalnim proizvodnim sistemima doveo je do narušavanja fizičkih, hemijskih i bioloških osobina zemljišta. U organskoj poljoprivredi pored proizvodnje zdravstveno bezbedne hrane, poseban akcenat je stavljen na očuvanje zemljišta, njegove plodnosti i biološke aktivnosti. Uvođenjem međuuseva u strukturu setve, kroz pažljivo definisan plodored uz poštovanje načela organske proizvodnje, mogu se ostvariti značajne koristi po zemljište i edafonsku zajednicu uopšte. U cilju sagledavanja značaja međuuseva u organskoj proizvodnji u radu su opisane sledeće koristi: zaštita od erozije i vodne erozije, usvajanje i sprečavanje ispiranja hraniva, popravka strukture zemljišta, smanjenje njegove sabijenosti i povećanje sadržaja organske materije, azotofiksacija i smanjenje utroška energije, pedohigijena i biološka raznovrsnost agroekosistema.

KLJUČNE REČI: međuusevi, organska poljoprivreda, zemljište, zeleni đubrivo

Uvod

Implementacija „Zelene revolucije“ koja je u punom zamahu bila od 1950. do 1970. godine (Cotter, 2003), dovela je do promena u poljoprivrednoj proizvodnji. Bila je zasnovana na konvencionalnim tehnologijama, kao što su monokultura, upotreba velikih količina sintetičkih đubriva i pesticida uz istovremeno smanjenje primene organskih đubriva, kao i na upotrebi teške mehanizacije i neadekvatnom upravljanju zemljištem. Sve to značajno je uticalo na pogoršanje njegovih fizičkih, hemijskih i bioloških osobina (Melero et al., 2006). Kao odgovor na sve izraženiju degradaciju zemljišta i gubitka njene plodnosti Organizacija za hranu i poljoprivredu (FAO), 2015. godine proglasila je zemljište neobnovljivim resursom ukazujući da predstavlja neprocenjivo prirodno dobro (FAO, 2015). Razvojem svesti čovečanstva, ali i prethodnim sagledavanjem negativnih efekata konvencionalne proizvodnje na zemljište i životnu sredinu, javlja se više održivih pravaca poljoprivredne proizvodnje zasnovanih na biološkim principima, kojima se ostvaruje višestruka ekološka i ekonomska korist (Filipović et al., 2011). Među njima, najvažnije mesto zauzima organska poljoprivreda sa trenutnih 69,8 miliona hektara u 181 državi (FIBL and IFOAM, 2019).

U ovakvim proizvodnim sistemima međuusevi zauzimaju važno mesto u strukturi setve (Ruffo and Bollero, 2003; Clark, 2008; Manojlović et al., 2007) kod kojih je prvenstveno cilj zaštita agroekološkog sistema (Ćupina et al., 2004). Njihov značaj i vrednost ogledaju se u smanjenju upotrebe mineralnih azotnih đubriva kroz fiksaciju atmosferskog azota; čuvanju zemljišne vlage i sprečavanju ispiranja hraniva; povećanju sadržaja organske materije; poboljšanju strukture i bioloških osobina zemljišta, kontroli erozije; smanjenju upotrebe herbicida i ostalih vrsta pesticida (suzbijanje korova, bolesti, štetočina i nematoda); očuvanju kvaliteta vode; očuvanju životne sredine; biološke raznolikosti i zdravlja uopšte (Fageria et al., 2004; Clark, 2008; Ugrenović et al., 2014). Pored brojnih pozitivnih efekata međuusevi su od posebnog značaja u sideraciji, odnosno njihovom gajenju i zaoravanju u vidu zeleni đubriva (Erić et al., 2000). S toga jedan od važnih modela očuvanja i povećanja plodnosti zemljišta i njegovog kvaliteta u konvencionalnim sistemima, a naročito u održivim, poput organske poljoprivrede, predstavlja uvođenje onih biljnih vrsta koje u najvećem procentu opravdavaju ulogu i značaj međuuseva.

Podela međuseva i njihovo značenje

Međusevi u zapadnoj literaturi prema Eberhard (1975) poznati su kao „cover crops“ u širem smislu ili „catch crops“ u užem smislu citirano po Čupina et al. (2004). U cilju jasnijeg razumevanja, uloge i značaja međuseva, možemo ih podeliti prema nameni, načinu gajenja i prema vremenu setve.

Kovačević (2003) je podelio međuseve prema nameni na:

- (1) **Krmne međuseve** (odlikuju se stabilnim i visokim prinostom, omogućavaju kvalitetnu i izbalansiranu ishranu preživara);
- (2) **Međuseve za ljudsku ishranu** (žitarice, povrće);
- (3) **Međuseve za zeleniše đubrenje** (najčešće ih čine biljne vrste koje obrazuju veliku nadzemnu biomasu).

U našim proizvodnim uslovima međusevi se najčešće gaje kao **čisti usevi** ili u vidu **smeša** između dva glavna useva (Čupina et al., 2004). Kod gajenja združenih useva Mousavi and Eskandari (2011) definišu četiri načina združivanja useva:

- (1) **Redno** - gajenje dve ili više različitih vrsta u redovima naizmenično ili u različitom odnosu (*row intercropping*);
- (2) **U trakama** - biljne vrste seju se u trakama, dovoljno širokim za nesmetanu obradu pojedinačnih useva (*strip intercropping*);
- (3) **Smensko združivanje** - podrazumeva združeno gajenje dva ili više useva, ali tako što se pre ubiranja prvog useva, obavlja setva drugog useva (*relay intercropping*);
- (4) **Mešano** - dve ili više različitih biljnih vrsta pomešane i posejane bez određenog reda (*mixed intercropping*).

U pogledu vremena setve međusevi mogu biti zasnovani kao (Kovačević, 2003; Čupina et al., 2004; Manojlović et al., 2007):

- (1) **Naknadni** - usevi koji se zasnivaju nakon glavnog useva;
- (2) **Postrni** - nakon glavnog postrnog useva u letnjem periodu;
- (3) **Ozimi** - setva tokom jeseni, po skidanju prethodnog useva;

Uloga međuseva sa aspekta očuvanja kvaliteta zemljišta i njegovih svojstava

Pored brojnih pozitivnih efekata i primera koji se u literaturi navode, Clark (2008) ističe da se gajenjem određenih biljnih vrsta kao međuseva uvek ostvaruju dve, ili više koristi. U organskoj poljoprivredni pored proizvodnje zdravstveno bezbedne hrane, bez prisustva rezidua pesticida, teških metala itd, poseban akcenat je stavljen na očuvanje zemljišta, njegove plodnosti i biološke aktivnosti. Uvođenjem međuseva u strukturu setve, kroz pažljivo definisan plodored uz poštovanje načela organske proizvodnje, mogu se ostvariti značajne koristi po zemljište i agrobiotop uopšte:

Zaštita od eolske i vodne erozije

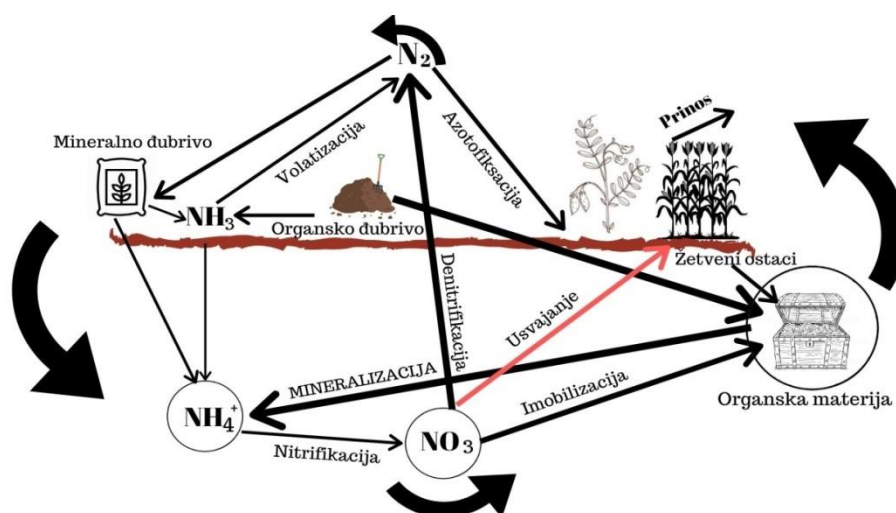
Zasnivanje međuseva u područjima sa izraženim intenzitetom vetra, naročito u ravničarskim krajevima poput Vojvodine, ima važnu ulogu u sprečavanju eolske erozije. Prema Pekeć et al. (2008) pošumljenost Vojvodine iznosi svega 6,8% ukupne teritorije, pri čemu je najmanja pošumljenost u delovima gde se sprovodi intenzivna poljoprivredna proizvodnja, u kojima se nalaze i najplodnija zemljišta. Najintenzivniji period eolske erozije je tokom zimsko-proletnih meseci, kada zemljište nakon obrade ostaje bez biljnog pokrivača. Ugrenović et al. (2014) navode da se zasnivanjem međuseva zemljište štiti od eolske erozije tako što biljke svojim korenovima vezuju čestice zemljišta, a nadzemnom biomasom sprečavaju odnošenje finih čestica sa površine zemljišta. Pored erozije vetrom, međusevi imaju ulogu i u zaštiti od uticaja proletnih pljuskova, odnosno udara kišnih kapi (Clarck, 2007) kada, kao brzorastući usevi, brzo sklapaju redove i svojom nadzemnom biljnom masom štite zemljište od pljuskova smanjujući pojavu pokorice (Čupina et al., 2007).

Usvajanje i sprečavanje ispiranja hraniva

Nakupljanje rezidualnog nitrarnog azota (NO₃) kao posledica njegovog nagomilavanja u zemljišnom profilu, usled nemogućnosti vezivanja i izražene pokretljivosti, može dovesti do ispiranja (Kaspar et al., 2007), kontaminacije površinskih voda i pojave eutrofikacije (Manojlović, 2008). Tako je Nitrarnom direktivom (Council Direktive 1991/676/EEC) propisana mogućnost primene one količine đubriva kojom se unosi N u granici od 170 kg/ha godišnje. Iz tih razloga, uvođenje određenih međuseva u

strukturi setve, može biti od posebnog značaja (Ćupina et al., 2011). Sarrantoni (1994) navodi da međuusevi imaju sposobnost da spreče ispiranje azota, usvajajući pristupačan azot za svoje potrebe, a istovremeno smanjuju i količinu vode u zemljištu i na taj način usporavaju pokretljivost azota i njegovo ispiranje u dublje slojeve. S toga veliku ulogu imaju one biljne vrste koje se odlikuju dobro razvijenim korenovim sistemom, te ujedno i utiču na očuvanje fizičkih osobina zemljišta, poboljšavajući strukturu zemljišta i ublažavajući njeno sabijanje (Snapp et al., 2005., Chen et al., 2010).

Biljne vrste iz familije Poaceae mogu se smatrati jednim od glavnih „catch crops“ useva. Njihovim dubokim i žiličastim korenovim sistemom sposobni su da usvoje azot i na taj način spreče njegovo ispiranje (Ćupina et al., 2007). Isse et al. (1999) navode da neleguminozne biljne vrste poput raži, ali i biljne vrste iz familije Brassicaceae (uljane rotkve i uljane repice) imaju mnogo veći efekat usvajanja azota u obliku NO_3^- u odnosu na leguminozne biljne vrste. Prema Tonitto (2006), biljne vrste koje podnose niske temperature i koje se mogu gajiti kao međuusevi su raž (*Secale cereale* L.) i ljulj (*Lolium perenne* L.). Kaspar et al. (2007) navode da raž ima sposobnost da iskoristi i do 60% zaostalog azota od prethodnog glavnog useva. Kao takav predstavlja efikasan usev za usvajanje rezidualnih hraniva iz tla (Kuo and Jellum, 2002).



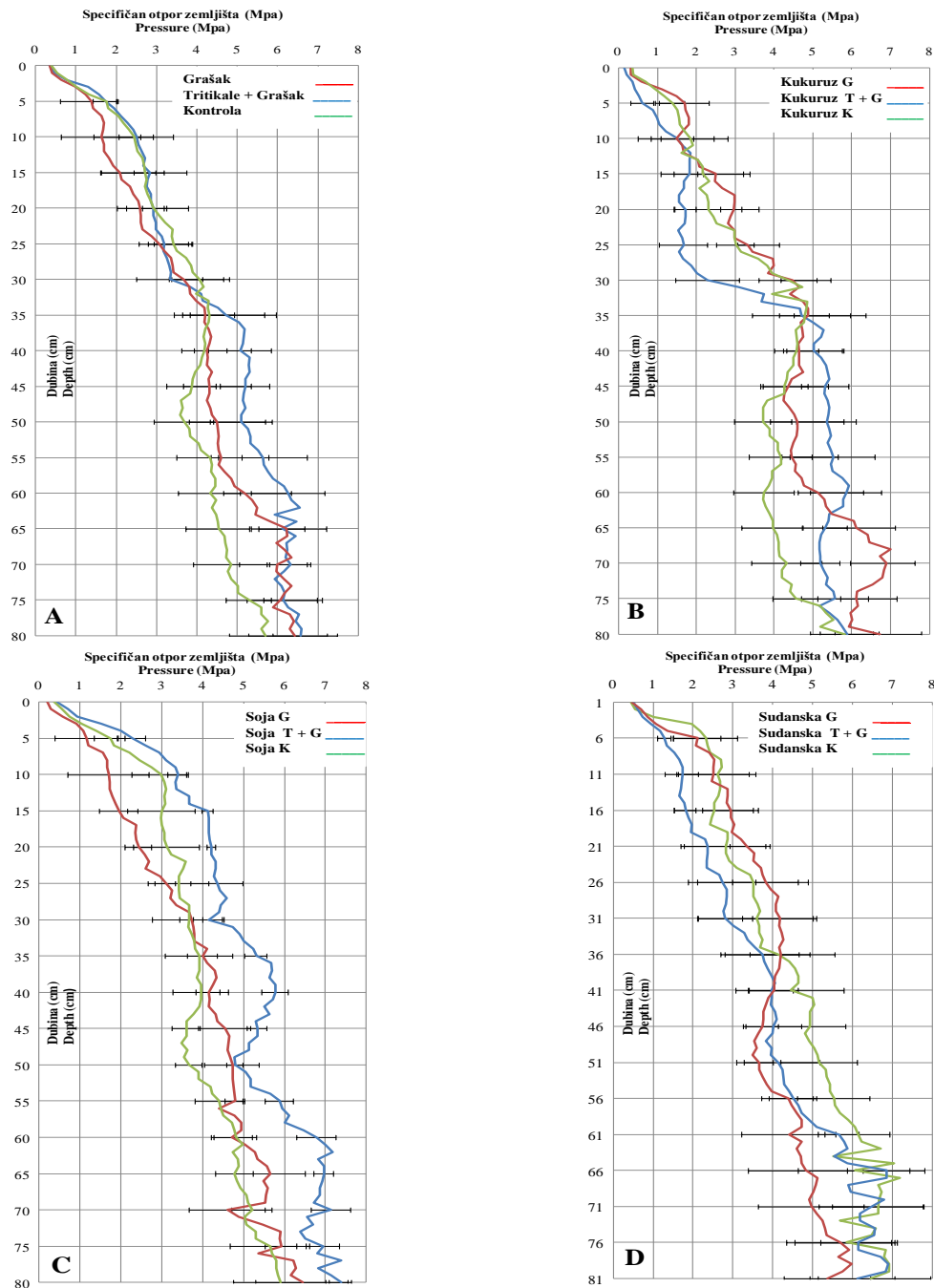
Slika 1. Ciklus kruženja azota (Original autora)
Photo 1. Nitrogen cycle (Authors original)

Popravka strukture zemljišta, sabijenosti i povećanje sadržaja organske materije

Intenzivan oblik poljoprivredne proizvodnje, često dovodi do narašavanja, fizičkih, hemijskih i bioloških osobina zemljišta. Uvođenjem međuuseva u strukturu setve može se uticati na očuvanje strukture zemljišta i vodno-vazдушna svojstva i ostvariti značajne koristi po zemljište (Vojnov et al., 2019a). Jednim od najznačajnijih prednosti međuuseva može se smatrati i njihovo učešće u povećanju sadržaja organske materije u zemljištu (Sullivan, 2003). Jarecki et al. (2005) navode da oni sistemi biljne proizvodnje koji se baziraju na primeni organskih đubriva, redukovane obrade i plodoreda koji uključuje leguminoze, dovode do obnavljanja i akumulacije organske materije (OM) u zemljištu i popravke fizičkih svojstava. Organska materija u zemljištu stabilizuje strukturne agregate, čini zemljište lakšim za obradu, povećava aeraciju, vodni i puforni kapacitet (Carter and Stewart, 1996). Zemljišta sa manjim sadržajem OM imaju manju sposobnost zadržavanja vode, te postaju sve više zavisna od navodnjavanja (Filipović and Ugrenović, 2012). Ćupina et al. (2007) navode da biljni ostaci međuuseva deluju na strukturu zemljišta, smanjuju evapotranspiraciju, smanjujući stres kod biljaka za vreme sušnog perioda. U cilju povećanja, a pre svega očuvanja nivoa OM neophodno je prethodno sagledati koje biljne vrste su najpogodnije za ovu vrstu koristi. Poznato je da jednogodišnje leguminozne biljke poput graška, grahorice, lupine imaju brz proces mineralizacije u zemljištu, pa zbog toga ih je, zbog šireg C/N odnosa, a i uspostavljanja sporije razgradnje organske materije, ali i veće akumulacije u zemljištu, poželjno gajiti sa ne leguminoznim biljkama. U agroekološkim uslovima Vojvodine prema Ćupina et al. (2016) preporučuje se gajenje združenih međuuseva (mešavina leguminoza i strnih žita) u cilju smanjenja problema azotnog deficit i niskog sadržaja organske materije u zemljištu. Upotreba takvih smeša može predstavljati efikasnu strategiju kod upotrebe zimskih međuuseva jer se strna žita i jednogodišnje leguminoze veoma dobro dopunjuju. (Ćupina et al., 2017). Sa aspekta fizičkih svojstava, sabijanje zemljišta predstavlja ozbiljan problem koji dovodi do promene fizičko-mehaničkih i vodno-vazдушnih osobina i jedno je od glavnih faktora degradacije zemljišta

(Vojnov et al., 2019a). Dugogodišnje đubrenje organskim đubrivima povećava odbrambene mehanizme zemljišta prema sabijanju (Milošev et al., 2007), a uvođenje pravilnog plodoreda na popravku fizičkih svojstava zemljišta (Šeremešić i Milošev, 2006).

U istraživanju koje je sprovedeno na oglednom polju Rimski Šančevi Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu u ogledu sa združenim ozimim međusevom stočnog graška (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) i tritikalea (\times *Triticosecale* Wittm. ex A. Camus) (T+G), čistim usevom ozimog stočnog graška (G) i kontrole bez međuseva (K) mereno je sabijanje zemljišta na kraju vegetacije gajenih useva (kukuruz, soja i sudanska trava) iz naknadnog roka setve. Istraživanjem je utvrđeno da je kukuruz ispoljio najmanji uticaj na sabijanje zemljišta, za razliku od soje i sudanske trave, dok je u pogledu međuseva utvrđeno da grašak ima najmanji uticaj na sabijanje zemljišta (Grafikon 1.) Vojnov et al. (2019a).



Grafikon 1. Specifičan otpor zemljišta: **A**– Međusevi; **B**- Kukuruz; **C**- Soja; **D**- Sudanska trava (Vojnov et al., 2019a)

Figure 1. Specific cone resistance: **A**– Cover crops; **B**- Maize; **C**- Soybean; **D**- Sudan grass (Vojnov et al., 2019a)

Azotofiksacija i smanjenje utroška energije

Azotofiksacija kao biološki proces ima značajnu ulogu u ciklusu kruženja azota. U prirodi su poznate tri grupe bioloških azotofiksatora (simbiozni, slobodni i asocijativni) sposobnih da vrše vezivanje atmosferskog azota (Malusá et al., 2012). Sa aspekta smanjenja troškova đubrenja, najveći dobrinos imaju jednogodišnje i višegodišnje biljne vrste iz porodice Fabaceae na čijem korenu dolazi do uspostavljanja simbiotskog odnosa sa bakterijama iz roda *Rhizobium*, obrazujući izraštaje, odnosno nodule ili kvržice (Jarak et al., 2007). Kao takve, ove azotofiksirajuće bakterije imaju efikasan način prevođenja elementarnog azota iz atmosfere u amonijak (NH_3), ili amonijum jone (NH_4^+). Biološka fiksacija N predstavlja značajnu ekosistemsku i ekonomsku uslugu, posebno u poljoprivrednim ekosistemima, pri čemu mahunarke mogu da fiksiraju više od 100 kg N/ha godišnje, zavisno od vrste (Filipović and Ugrenović, 2012). Kako bi se povećala efikasnost azotofiksacije Fageria et al. (2004) navode da je neophodno prethodno obratiti pažnju na limitirajuće faktore za aktivnost *Rhizobium*-a, poput pH vrednosti zemljišta, temperature, vodnih i vazdušnih osobina zemljišta, pri čemu je efikasnost vezivanja azota prema Fuhramanu et al. (2005) veća na siromašnijim zemljištima. Prema Mrkovački et al. (2013), sposobnost uspostavljanja simbiotske zajednice kvržičnih bakterija je usko specifična za određenu biljnu vrstu. U zavisnosti od biljne vrste, ali i prethodno spomenutih faktora, sposobnost vezivanja azota u zemljištu se kod pasulja kreće od 25 do 120 kg N/ha, deteline 45 do 400 kg N/ha godišnje, lucerke do 250 kg N/ha (Jarak i Đurić, 2008), graška, grahorice i sočiva od 40-120 kg N/ha (Mrkovački et al., 2013) itd. U cilju povećanja efikasnosti azotofiksacije, razvijen je model inokulacije semena, odnosno nanošenja efektivnih sojeva *Rhizobium*-a pre setve na površinu semena. Poljoprivreda se danas smatra jednim od uzročnika povećane emisije gasova staklene bašte (Šeremešić et al., 2017). Crews and Peoples (2004) navode da se za proizvodnju azotnih đubriva troši oko 1,3% ukupne proizvedene komercijalne energije, što svakako za posledicu ima i emitovanje veće količine ugljen-dioksida (CO_2) kao i drugih gasova sa efektom staklene bašte koji utiče na globalno zagrevanje atmosfere (Manojlović, 2008) što poslednjih godina predstavlja izazov za iznalaženjem novih rešenja koje će ublažiti već nastale negativne efekte. Kvržičnim bakterijama, leguminozne biljke koje predstavljaju idealne međuuseve, same sebe obezbeđuju u najvećoj meri potrebnim količinama azota i na taj način smanjuju troškove proizvodnje, ali ostavljaju i značajnu ekološku korist kroz smanjenje upotrebe mineralnih đubriva (Filipović and Ugrenović, 2012). Delgado (2016) navodi da zbog sporijeg procesa razlaganja i pristupačnosti azota poreklom iz zaorane biljne mase međuuseva, postižu se za 66% manji gubici azota u odnosu na neorganska azotna đubriva. U koliko se zasnivanje međuuseva planira u proleće ili leto preporučuje se crvena, bela detelina i grašak, a svoje mesto nalaze i jednogodišnje lupine pri čemu je bela lupina najpogodnija za gajenje u našim agroklimatskim uslovima zbog boljeg podnošenja sušnih perioda. Za zimske međuuseve svoje mesto mogu pronaći inkarnatska detelina, maljava grahorica i ozimi grašak (Ugrenović et al., 2014).

Pedohigijena i biološka raznovrsnost agroekosistema

Stvaranje zdravog, održivog proizvodnog sistema u agrobiotopu, jedno je od načela organske proizvodnje. Bokan et al. (2016) navode da se odgovarajućim odabirom useva i njihovim smenjivanjem na parceli favorizuje fitosanitarna uloga plodoreda. Istraživanja ukazuju da određene biljne vrste koje nalaze mesto u plodoredu i predstavljaju međuuseve, imaju alelopatski efekat (Schulz et al., 2013, Biswas et al., 2015). Jabran et al. (2015) ističu da biljke poput raži, sirka i uljane repice predstavljaju važne biljne vrste koje korenskim izlučevinama sa herbicidnim svojstvom deluju na korove. Međutim, pored alelopatskog načina delovanja na korove, još jedan od načina je gajenje onih biljnih vrsta koje se odlikuju gustim sklopom, bujnom vegetativnom nadzemnom masom, gde konkurentski utiču za hranom, vodom i zasenjivanjem na korovske biljke (Steinmaus et al., 2008). Biljke iz porodice Brassicaceae (*Brassica napus* L., *Brassica nigra* L.), facelija (*Phacelija tanacetifolia* Benth.) i heljda (*Fagopyrum esculentum* Moench.) predstavljaju važne nematocidne preduseve korenasto krtolastim biljkama koje su često izložene napadu nematoda (Bogović, 2012). Erić et al. (1994) navode da nakon gajenja facelije kao međuuseva na parceli kod koje je utvrđeno prisustvo nematoda, svojim nematocidnim dejstvom utiče da se nematode ne pojavljuju narednih pet godina. Pored nematocidnog efekta facelija predstavlja jednu od najmedonosnijih međuuseva sa sukcesivnim cvetanjem. U istraživanju Kobeščak et al. (2015) utvrđena je velika prisutnost i aktivnost različitih vrsta polinatora, pre svega medonosnih, solitarnih pčela i bumbara. Erić et al. (2006) ističu da krmne kupusnjače mogu da smanje pojavu patogenih mikroorganizama u zemljištu kao i da izlučuju folnu kiselinu koja pozitivno utiče na populaciju mikroorganizama i njihovu aktivnost u zemljištu. Prema Nešić (2011), određene biljne vrste iz porodica Poaceae, Brassicaceae i Fabaceae, imaju značajnu ulogu i u fitoremedijaciji.

Međuusevi i zelenišno đubrivo

Zbog nedovoljno razvijene stočarske proizvodnje u Republici Srbiji, a time i nedostatka stajnjaka, javlja se sve veća potreba za uvođenjem alternativnih organskih đubriva koja će biti od koristi i sa ekonomskog, ali i ekološkog aspekta (Vojnov et al., 2019b). U cilju obezbeđivanja potrebnih hraniva za biljke glavnog useva, međuusevi su našli značajnu primenu u sideraciji. Yang et al. (2016) navode da zelenišno đubrivo ima značajnu ulogu u održivoj poljoprivredi. Prema Cherr et al. (2006), ono se prvenstveno koristi u cilju popravke zemljišnih svojstava, pozitivno utičući na sadržaj organske materije, ali i obezbeđujući značajan izvor hraniva za naredni usev, pre svega azot.

Kod zasnivanja međuseva, neophodno je prethodno sagledati agroekološke uslove mesta gde se planira njihovo gajenje. To znači da je potrebno detaljnije uzeti u obzir raspored i količinu padavina, nastupanje ranih jesenjih i kasnih prolećnih mrazeva, zemljišna svojstva (Ugrenović et al., 2015) kao i druge faktore poput raspoložive mehanizacije, nabavke semena, roka setve narednog (glavnog) useva itd. Bogdanović and Ubavić (2008) navode da je za zelenišno đubrivo poželjno koristiti one kulture koje se odlikuju razvijenim korenovim sistemom sa mogućnošću korišćenja hraniva iz teže rastvorljivih jedinjenja i iz dubljih slojeva zemljišta, sa brzim i velikim porastom, kratkim vegetacionim periodom kao i sposobnošću za azotifikacijom. Najčešće se u praksi za ovu svrhu koriste jednogodišnje i višegodišnje leguminozne biljke iz familije Fabaceae, ali i ne leguminozne biljke, poput trava (Poaceae) i kupusnjača (Brassicaceae), same ili najčešće združene sa leguminozama (intercropping). Često se kod preračunavanja količine zaorane mase u vidu siderata uzima u obzir samo nadzemni deo biljke, dok se veoma malo pridaje na značaju masi podzemnih biljnih ostataka korena i cele rizosfere. U istraživanju Vojnov et al. (2019b) utvrđeno je da je kod združenog useva ozimog graška i tritikala izmerena nadzemna masa od 10,1 t/ha suve materije, dok je masa korena iznosila 0,85 t/ha, gde je u momentu cvetanja ovih biljaka utvrđen najveći odnos između nadzemnog dela i korena od 11,9. Zelenišnim đubrenjem mogu se obezbediti različite količine biomase i azota u zemljištu, zavisno od vrste i vremena inkorporacije (Guiducci et al., 2004). U istraživanjima Manojlović et al. (2007) utvrđeno je da je na kraju vegetacije najviši sadržaj $\text{NO}_3\text{-N}$ u zemljištu izmeren kod tretmana sa ozimim graškom. Isti autori navode da su za gajenje ozimih međuuseva najpogodniji čisti usevi leguminoznih biljka ukoliko se žele obezbediti potrebe glavnog useva za azotom.

Istraživanjima je utvrđeno da unošenjem zelene biljne mase kao siderata u periodu od 4-6 nedelja dolazi do povećanja sadržaja mineralnog azota, nakon čega se vraća u prvobitan nivo pre unošenja (Manojlović, 2008). Kao posledica brzog procesa mineralizacije zaorane biljne mase leguminoza često može doći do ispiranja azota, naročito u proleće, kada su učestalije i intenzivnije padavine. Za zelenišno đubrenje se mogu kombinovati smeše leguminoznih i neleguminoznih siderata zbog bolje ekološke adaptacije i veće nadzemne i podzemne mase uz veću količinu vezanog azota (Cortes-Mora, et al., 2010). Bogdanović and Ubavić (2008) navode da se posebno dobri rezultati zelenišnim đubrenjem ostvaruju na teškim i peskovitim zemljištima. Na zemljištima lakšeg mehaničkog sastava, preporučuje se zasnivanje združenih useva, najčešće leguminoza i trava, povoljnijeg C/N odnosa. Clark (2008) ističe povoljan efekat setve raži i ozime grahorice kojom se omogućava pravilno upravljanje azotom u zemljištu, jer raž na taj način sprečava ispiranje rezidualnog azota, dok grahorica azotifikacijom obezbeđuje dodatni azot koji će iskoristiti naredni, glavni usev.

Pored ekološke koristi koja se ogleda u smanjenju upotrebe mineralnih đubriva u istraživanju Košutić (2015) analitičkom kalkulacijom utvrđeno je da je proizvodnjom stočnog graška i grahorice ostvaren bruto gubitak u proizvodnoj godini, ali se efekat sa produženim dejstvom pozitivno održio na neto dobitak u proizvodnji kukuruza u narednoj godini, zbog smanjenja troškova mineralnih đubriva. Isti autor ističe da je gajenje leguminoznih biljaka (ozimog graška i grahorice) za zelenišno đubrivo ekonomski opravdano.

Zaključci

Međuusevi u organskoj proizvodnji predstavljaju neizostavnu kariku kojima se omogućava poštovanje načela koje ovaj vid održive poljoprivrede nalaže i doprinose njenom integritetu. Uvođenjem različitih biljnih vrsta iz familija Fabaceae, Brassicaceae i Poaceae u strukturu setve, postižu se koristi po agrobiotop koje nisu uvek materijalno merljive, ali daju veliki doprinos u očuvanju zemljišta i životne sredine. Uvođenjem čvrstih plodoreda sa jasno definisanim međuusevima, postiže se izbalansiran ciklus kruženja organske materije i hraniva uz očuvanje resursa, efikasnost proizvodnje i smanjenje utroška energije. S toga se predlaže da ovakav održivi model nađe svoju primenu u praksi, kroz strateški koncept koji bi predvideo izdvojena sredstva u vidu subvencija za uvođenje međuuseva kao obavezne ekološke mere. Na taj način bi bilo moguće značajno povećati površine pod međuusevima što bi se pozitivno odrazilo na očuvanje plodnosti zemljišta, spečavanje ispiranja hraniva i kontaminacije površinskih i podzemnih voda kao i redukovanje emisije gasova staklene bašte.

Zahvalnica

Rad predstavlja deo istraživanja na projektima "Gajenje krmnih biljaka u plodoredu u cilju povećanja plodnosti zemljišta i biodiverziteta u agroekološkim uslovima Vojvodine", (114-451- 2180/2016), koji finansira Pokrajinski sekretarijat za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost i „Unapređenje tehnologije gajenja krmnih biljaka na oranicama i travnjacima“, evidencioni broj TR –31016, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Biswas, P. K., Morshed, M. M., Ullah, M. J., Irin, I. J. 2015. Allelopathic effect of *Brassica* on weed control and yield of wheat. *Bangladesh Agronomy Journal*, 17 (1): 73-80.
- Bogdanović, D., Ubavić, M. 2008. Ishrana biljaka u održivoj poljoprivredi. u: Manojlović Maja. *Đubrenje u održivoj poljoprivredi*, Novi Sad: Poljoprivredni fakultet, 62-67.
- Bogović, M. 2012. Važnost i učinak zelene gnojidbe u poljoprivrednoj proizvodnji. *Glasnik Zaštite Bilja*, 35 (3): 18-24.
- Bokan, N., Dugalić, G., Tomić, D., Vasiljević, S., Karagić, Đ., Milić, D., Milošević, B., Katanski, S. 2016. Značaj leguminoza za organsku poljoprivredu. XXI savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem. *Zbornik radova. Čačak, 11.- 12. mart 2016. godine.* 123-129.
- Carter, M.R., Stewart, B. 1996. *Structure and Organic Matter Storage in Agriculture Soils*; CRC Press: Boca Raton, Florida
- Chen, G., Weil, R.R. 2010. Penetration of cover crop roots through compacted soils. *Plant and Soil* 331 (1-2): 31-43
- Cherr, C. M., Scholberg, J. M. S., McSorley, R. 2006. Green manure approaches to crop production. *Agronomy Journal*, 98 (2): 302-319.
- Clark, A. (Ed.). 2008. *Managing cover crops profitably*. DIANE Publishing.
- Cortes-Mora, F.A., Piva, G., Jamont, M., Fustec, J. 2010. Niche Separation and Nitrogen Transfer in Brassica-Legume Intercrops., *Field Veg. Crop Res.* 47, 581-586.
- Cotter, J. 2003. *Troubled harvest: Agronomy and revolution in Mexico*, Greenwood Publishing Group, USA. 1880-2002.
- Crews, E., Peoples, B. 2004. Legume versus fertilizer sources of nitrogen: ecological tradeoffs and human needs. *Agriculture, ecosystems & environment*, 102 (3), 279-297.
- Ćupina, B., Erić, P., Mihailović, V., Mikić, A. 2004. The importance and role of cover crops in sustainable agriculture. *Zbornik radova-Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo. Serbia and Montenegro.* 40. 419-430.
- Ćupina, B., Erić, P., Mihailović, V., Mikić, A., Vučković, S. 2007. Značaj, stanje i perspektive jednogodišnjih krmnih biljaka u agroekološkim uslovima Srbije. *Zbornik Radova-A Periodical of Scientific Research on Field and Vegetable Crops*, 44 (1): 261-270.
- Ćupina, B., Manojlović, M., Krstić, Dj., Čabilovski, R., Mikić, A., Ignjatović-Ćupina, A., Erić, P. 2011. Effect of winter cover crops on the dynamics of soil mineral nitrogen and yield and quality of Sudan grass (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Australian Journal of Crop Science*, 5 (7): 839-845.
- Ćupina, B., Vujić, S., Krstić, D., Radanović, Z., Čabilovski, R., Manojlović, M., Latković, D. 2017. Winter cover crops as green manure in a temperate region: the effect on nitrogen budget and yield of silage maize. *Crop and Pasture Science*, 68 (11): 1060-1069.
- Ćupina, B.; Krstic, Dj.; Antanasović, S.; Mikić, A.; Erić, P. 2016. Environmental impact of introducing legumes into cropping system in temperate regions. In *Proceedings of the ILS2—Second International Legume Society Conference, Legumes for a Sustainable World, Tróia, Portugal, 11–14 October 2016*; International Legume Society: Tróia, Portugal, 57.
- Delgado, J. 2016. *Cover Crops*. *Encyclopedia of Soil Science*. Third Edition. CRC Press. DOI: 10.1081/E-ESS3-120054071.
- Eberhardt, S. 1975. Značenje uzgoja međuuseva. *Poljoprivredni institut, Zagreb*, 69.
- Erić, P., Ćupina, B., Đukić, D., Mihailović, V., Trifunović, T. 1994. *Facelija – Phacelia tanacetifolia Benth.*, *Revija agronomskih saznanja, Novi Sad*, 3, 14-17.
- Erić, P., Ćupina, B., Mihailović, V. 2000. Green manuring: Past or future. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 33, 117-128.
- Erić, P., Ćupina, B., Mihailović, V. Mikić, A. 2006. Krmne kupusnjače u proizvodnji i korišćenju krme (prednosti i nedostaci). *Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, 42, 105-114.
- Fageria, N. K., Baligar, V. C., Bailey, B. A. 2005. Role of cover crops in improving soil and row crop productivity. *Communications in soil science and plant analysis*, 36 (19-20): 2733-2757.
- FAO. 2015. *Status of the World's Soil Resources: Main Report*, Rome, Italy
- FiBL and IFOAM, 2019. *Organics International-The World of Organic Agriculture - Statistics and emerging trends*. 24.
- Filipović, V., Radivojević, S., Ugrenović, V., Jaćimović, G., Lazić, B., Subić, J. 2011. The Eco – corridor in Organic Agricultural Production 22. *Međunarodni simpozijum »Proizvodnja zdravstveno bezbedne hrane« / 22nd International symposium »Safe food production«*. Trebinje, Bosnia and Herzegovina, 259-261.
- Filipović, V., Ugrenović, V. 2012. Biodiverzitet zemljišta u sistemima organske proizvodnje. *Zbornik radova Organska poljoprivreda i biodiverzitet, II otvoreni dani biodiverziteta, Institut Tamiš Pančevo, Pančevo*, 26-45.

- Fuhrmann, J.J., Hartel, P., Zuberer, D.A. 2005. Principles and applications of soil microbiology. New Jersey: Pearson Prentice Hall: 1-640.
- Guiducci M., Bonciarelli U., Stagnari F., Benincasa P., 2004. Proc. 8th ESA Congress.
- Isse, A.A., MacKenzie A.F., Stewart, K., Cloutier, D.C., Smith, D. L. 1999. Cover crop and nutrient retention for subsequent sweet corn production. *Agron. J.* 91: 934–939.
- Jabran, K., Mahajan, G., Sardana, V., Chauhan, B. S. 2015. Allelopathy for weed control in agricultural systems. *Crop Protection*, 72, 57-65.
- Jarak, M., Čolo, J., Redžepović, S., Mrkovački, N. 2007. Mikrobiologija zemljišta. Poljoprivredni fakultet.
- Jarecki, MK., Lal, R., James, R. 2005. Crop management effects on soil carbon sequestration on selected farmers field in northeastern Ohio. *Soil and Tillage Research*, 81, 265–276.
- Kaspar, T.C., Jaynes, D.B., Parkin, T.B., Moorman, T.B. 2007. Rye Cover Crop and Gamagrass Strip Effects on NO Concentration and Load in Tile Drainage. *Journal of environmental quality*, 36 (5): 1503-1511.
- Kobeščak, K., Bubalo, D., Svečnjak, Z., Uher, D., Svečnjak, L., Prdun, S. 2015. Posjećenost pčela (*Apis mellifera carnica* P. 1879) na paši facelije (*Phacelia tanacetifolia* Benth.). 389.
- Košutić, D. 2015. Ekonomska opravdanost gajenja ozimog graška i grahorice kao međuseva. Master rad. Poljoprivredni fakultet. Novi Sad.
- Kovačević D. (2003). Opšte ratarstvo. Poljoprivredni fakultet Zemun, 1-757.
- Kuo, S. Jellum, E. J. 2002. Influence of winter cover crop and residue management on soil nitrogen availability and corn. *Agronomy Journal*, 94, 501-508.
- Malusá, E., Sas-Paszt, L., Ciesielska, J. 2012. Technologies for beneficial microorganisms inocula used as biofertilizers. *The scientific world journal*, 1-13.
- Manojlović, M. 2008. Primena dubriva u organskoj proizvodnji. u: Manojlović Maja. Đubrenje u održivoj poljoprivredi, Novi Sad: Poljoprivredni fakultet. 168-187.
- Manojlović, M., Čupina, B., Mikić, A., Krstić, Đ., Čabilovski, R. 2007. Dinamika mineralnog azota nakon zaoravanja ozimih međuseva. *Zbornik Radova-A Periodical of Scientific Research on Field and Vegetable Crops*, 44 (1): 285-290.
- Manojlović, M., Čupina, B., Mikić, A., Šabilovski, R. 2007. Dinamika mineralnog azota nakon zaoravanja ozimih međuseva. *Zbornik Radova-A Periodical of Scientific Research on Field and Vegetable Crops*, 44 (1): 285-290.
- Melero, S., Porras, J. C. R., Herencia, J. F., Madejon, E. 2006. Chemical and biochemical properties in a silty loam soil under conventional and organic management. *Soil and Tillage Research*, 90 (1): 162-170.
- Milošev, D., Šeremešić, S., Kurjački, I., Jačimović, G. 2007. Smanjenje sabijanja zemljišta primenom nekih agrotehničkih mera. *Traktori i pogonske mašine*, 12 (3), 35-41.
- Mousavi, R., Eskandari, H. 2011. A general overview on intercropping and its advantages in sustainable agriculture. *Journal of Applied Environmental and Biological Science*. 482-486.
- Mrkovački, N., Marinković, J., Tintor, B., Bjelić, D. 2013. Kvržične bakterije i njihova primena: 30 godina proizvodnje NS-nitragina. *Zbornik referata 47. savetovanja agronoma Srbije, Zlatibor 3-9.2.2013.*, 275-288.
- Nešić, N. 2011. Fitoremedijacija i biljke pogodne za fitoremedijaciju voda zagađenih teškim metalima. Institut za multidisciplinarna istraživanja, Univerzitet u Beogradu. 1-69.
- Pekeč, S., Ivanišević, P., Rončević, S., Kovačević, B., Marković, M. 2008. Plan and program of shelterbelts establishment in Vojvodina. *Topola*, (181-182), 61-70.
- Ruffo, M.L., Bollero, G.A. 2003. Modeling rye and hairy vetch residue decomposition as a function of degree days and decomposition days. *Agronomy Journal*, 95: 900–907.
- Sarrantonio, M. 1994. Northeast cover crop handbook. Rodale Institute
- Schulz, M., Marocco, A., Tabaglio, V., Macias, F. A., Molinillo, J. M. 2013. Benzoxazinoids in rye allelopathy-from discovery to application in sustainable weed control and organic farming. *Journal of chemical ecology*, 39 (2): 154-174.
- Šeremešić, S., Milošev, D. 2006. Stanje zbijenosti zemljišta nakon gajenja pšenice i kukuruza. *Agronomski fakultet u Čačku, XI savetovanje o biotehnologiji, Zbornik radova*, 11, 11-12.
- Šeremešić, S., Vojnov, B., Manojlović, M., Milošev, D., Ugrenović, V., Filipović, V., Babec, B. 2017. Organska poljoprivreda u službi biodiverziteta i zdravlja. *Letopis naučnih radova. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad*, 41 (2): 51-60.
- Snapp, S.S., Swinton, S.M., Labarta, R., Mutch, D., Black, J.R., Leep, R., Nyiraneza, J. O'Neil, K. 2005. Evaluating cover crops for benefits, costs and performance within cropping system niches. *Agronomy Journal* 97 (1): 322-332.
- Steinmaus, S., Elmore, C.L., Smith, R.J., Donaldson, D., Weber, E.A., Roncoroni, J.A. Miller, P.R.M. 2008. Mulched cover crops as an alternative to conventional weed management systems in vineyards. *Weed research* 48 (3): 273-281.
- Sullivan, P. 2003. Applying the Principles of Sustainable Farming. National Center for Appropriate Technology, <http://attra.ncat.org/attra-pub/PDF/Transition.pdf>
- Tonitto, C., David, M. B., Drinkwater, L. E. 2006. Replacing bare fallows with cover crops in fertilizer-intensive cropping systems: A meta-analysis of crop yield and N dynamics. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 112: 58-72.
- Ugrenović, V., Ugrinović, M. 2014. Pokrovni usevi-ostvarenje održivosti u sistemima ekološke poljoprivrede. u: Ugrenović, V. Filipović, V. *Organska proizvodnja i biodiverzitet, Pančevo, Srbija: Institut "Tamiš", Pančevo*, 1-15.

- Vojnov, B., Šeremešić, S., Čupina, B., Crnobarac, J., Krstić, Đ., Vujić, S., Živanov, M. 2019a. Uticaj jarih useva gajenih nakon ozimih međuuseva na stanje sabijenosti zemljišta. *Zemljište i biljka*, 68 (2): 72-80.
- Vojnov, B., Šeremešić, S., Čupina, B., Manojlović, M., Krstić, D., Euteneuer, P., Vujić, S. 2019b. The assessment of shoot to root ratio at intercropping triticale (*Triticosecale*) and winter pea (*Pisum sativum*). Case Conference 2019. The role of life science universities in redirecting land use from threat to guardian of ecosystem. 12 -15. 2019. Sarajevo, Bosnia and Herzegovina. 32.
- Yang, H., Niu, J., Tao, J., Gu, Y., Zhang, C., She, S., Yin, H. 2016. The Impacts of Different Green Manure on Soil Microbial Communities and Crop Health. doi:10.20944/preprints201609.0056.v1

The contribution of cover crops to improving soil quality in organic farming systems

Bojan Vojnov^{a*}, Branko Ćupina^a, Đorđe Krstić^a, Svetlana Vujić^a, Brankica Babec^b,
Marjana Vasiljević^b, Srdjan Šeremešić^a

^aUniversity of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad, Serbia

^bInstitute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Serbia

*Corresponding author: bojan.vojnov@polj.uns.ac.rs

ABSTRACT

Intensive agricultural production that involves use of heavy machinery, synthetic mineral fertilizers, as well as the cultivation crops in monoculture in conventional production systems accompanied by a lack of organic fertilizer, primarily animal manure, has led to serious damage to the physical, chemical and biological properties of the soil. In organic agriculture special emphasis was given to soil conservation, its fertility and biological activity. By introducing cover crops into the structure of sowing, significant benefits for the soil and the edaphic community in general can be realized. In order to understand the importance of intermediate crops in organic production, the following benefits are described in the paper: protection against aeolian and water erosion, adoption and prevention of nutrient leaching, repair of soil structure, reduction of its compaction and increase of organic matter content, nitrogen fixation and reduction of energy consumption, pedohygiene and biological diversity of agroecosystems.

KEY WORDS: Cover crops, organic agriculture, soil, green manure

Primljen: 25.11.2019.

Prihvaćen: 15.01.2020.