

Okoljevarstveni dosežki

Vezava ogljika v novo organsko snov

Ogljik je sestavni del organske snovi v rastlinah. V suhi snovi zelnatih rastlin ga je približno 43 % (Ma in sod., 2018) z odklonom navzgor ali navzdol. Če biomaso rastlin porabimo za krmo, se prebavljivi del organske snovi razgradi v prebavnem traktu in žival porabijo ogljikove spojine za rast in proizvodnjo, ali jih izločijo (urin, dihanje, plini iz prebavil). Preostanek se v obliki neprebavljene organske snovi izloči z blatom živali. Organska snov iz živalskih gnojil se deloma hitro mineralizira in C v plinasti obliki (ogljikov dioksid, metan) prehaja v atmosfero, kjer med drugim povzroča učinek tople grede. Počasi razgradljivi del organske snovi, torej tudi organsko vezan C, ostaja za daljše obdobje v tleh. S povečevanjem organske snovi v tleh povečujemo rodovitnost tal, obenem pa zmanjšujemo prisotnost ogljikovih toplogrednih plinov v ozračju.

V projekt imamo vključene predvsem metuljnice, v našem primeru lucerno, črno deteljo in inkarnatko. Metuljnice dolgoročno povečujejo vsebnost trajnejše organske snovi v tleh (Leskošek, 1993). Učinek lahko pričakujemo tam, kjer organske snovi v tleh še ni dovolj; torej še ni doseženo ravnovesje med vnosom organske snovi v tla in njeno mineralizacijo. S stalno pokritostjo tal, kot je to v našem projektu, rastline poleg tistega, ki je že v zraku, prestrezajo tudi ogljikov dioksid, ki se ob mineralizaciji organske snovi sprošča iz tal v ozračje in ga vežejo v novo organsko snov. Poleg tega uvajanje metuljnic zmanjšuje potrebo po mineralnih N gnojilih in posledično posredno zmanjšuje izpuste ogljikovega dioksida, ki nastaja pri proizvodnji, transportu in aplikaciji mineralnih gnojil.

Količino C v organski snovi naših obravnavanih rastlin smo določili z uporabo faktorja 0,43. Glede na ugotovljene pridelke v Preglednicah 11, 14, 17 in 29 smo z nadzemnim pridelkom biomase vsaj za nekaj mesecev (do porabe za krmo) v organsko snov rastlin z lucerno v obdobju april 2019 do maj 2021 v povprečju vezali 11.553 kg C na ha, z mešanico lucerne in trav pa 11.640 kg. To je bistveno več kot pri travah v čisti setvi, kjer smo v tem obdobju z nadzemnim pridelkom biomase ob dodatnem gnojenju z N vezali le 9.361 kg C na ha. Pri dosevkih je slika nekoliko drugačna (glej tudi pridelke biomase v Preglednicah 20, 23, 26 in 30). Z mnogocvetno ljuljko smo v nadzemnem delu biomase v spomladanski košnji vezali 2.076 kg C na ha, to je nekoliko več kot z mešanico detelje in ljuljke (1.994 kg) in precej več kot z deteljo (1.787 kg). Dejanske vrednosti vezave so še nekoliko višje, saj v izračune ni všteta količina biomase korenin v tleh.

Tako pri dosevkih kot pri lucerni in travah moramo upoštevati še ogljični odtis, ki je pri mnogocvetni ljuljki višji kot pri detelji in mešanici zaradi porabe mineralnega dušikove gnojila spomladi (70 kg N na ha). V primeru lucerne in mešanic je trava v čisti setvi v celotnem obdobju izvedbe dobila kar 360 kg N iz mineralnih gnojil več kot lucerna in mešanica lucerne in trav, ki so nekaj N iz gnojil prejele le ob setvi spomladi 2019.

Iz povedanega lahko povzamemo, da so lucerna in njena mešanica s travami ter detelja in mešanica detelje in ljuljke kot dosevek zelo učinkovite v vsaj začasni vezavi C v organsko snov ob manjšem ogljičnem odtisu pridelave, kot je to pri travah v čisti setvi.

Vsebnost mineralnega N v tleh

Rastlinam dostopen N v tleh je večinoma v mineralni obliki, in sicer kot amonijev in nitratni ion. Za gospodarno pridelavo rastlin, ki si ne morejo priskrbeti N za rast in razvoj s simbiotsko vezavo, mora biti dušika v amonijski ali nitratni obliki v tleh dovolj, torej ne premalo in tudi ne

preveč. Absolutne količine so odvisne od rastlinske vrste in obdobja rasti. V primeru pomanjkanja rastlini dostopnega N v tleh bodo pridelki majhni in slabe kakovosti. Če bo tega N v tleh preveč, se bo izpiral (nitrati) ali izhlapeval v ozračje (amonijak, didušikov oksid, elementarni N). To ni gospodarno, obenem pa zelo obremenjuje okolje. Zato rastlinam, kjer je gnojenje z N potrebno, le tega dajemo v manjših količinah naenkrat, oziroma v obrokih. Na primer na travnikih je tak obrok 50 do 70 kg N na ha. Več spomladi, ko je rast bujnejša in s tem potreba po N večja. Manj proti jeseni, ko se priraščanje ruše zmanjšuje.

V zadnjih dveh do treh desetletjih nam praksi dostopne analitske metode omogočajo natančno določevanje trenutnih količin mineralnega N v tleh. Te količine so lahko zelo visoke po pretiranem gnojenju z N, intenzivni mineralizaciji sveže odmrle organske snovi (npr. podorina z ozkim C : N razmerjem) ali po intenzivni mineralizaciji v z organsko snovjo bogatih tleh po dolgem obdobju toplega vremena z optimalno vlažnostjo tal. Predvsem stalna pokritost tal z rastlinami omogoča, da rastline v času rasti sproti porabljajo čim več amonijskega in nitratskega N iz tal. V našem primeru smo to napravili tako z lucerno in njenimi mešanici kot s prezimnimi krmnimi dosevki.

Pri lucerni in mešanici smo spomladi 2019 pred setvijo imeli v tleh v globini od 0 do 60 cm 85 kg mineralnega N na ha (povprečje le dveh kmetij). Marca 2021 je bilo pod lucerno v tleh 18,6 kg mineralnega N na ha, pod mešanico lucerne s travami 19,6 kg na ha in pod travami v čisti setvi 17,8 kg na ha. Vrednosti so nižje kot dve leti prej. To je dobro z okoljevarstvenega vidika. Ugotovljene podobne količine v tleh med obravnavanji so pričakovane zaradi botaničnih sestav. V lucerni se je namreč pojavilo veliko samosevni rastlin, ki niso metuljnice. Pri travah v čisti setvi pa se je pojavilo veliko simbiotsko aktivne bele detelje. Zaradi tega razlike v osnovnih sestavah med obravnavanji niso veliko vplivale na vsebnosti mineralnega N v tleh.

Pri dosevkih v dveh izvedbah poskusa je bilo pred setvijo konec avgusta v tleh globine od 0 do 60 cm povprečno 125 kg mineralnega N na ha. Že do pozne jeseni so količine mineralnega N v tleh pod dosevki močno in enakomerno med obravnavanji upadle. Pod deteljo je bilo v tleh še 28,7 kg N na ha, pod mešanico detelje z ljuljko 28,9 kg na ha in pod mnogocvetno ljuljko 26,9 kg na ha. To upadanje dloma lahko pripišemo rasti dosevkov, upravičeno pa sklepamo tudi na izgube N iz sistema (izpiranje in izhlapevanje). Spomladi se je upadanje količin rastlinam dostopnega N v tleh nadaljevalo. Pred spravilom pridelka v maju je bilo pod deteljo v tleh 17,7 kg N na ha, pod mešanico detelje z ljuljko 16 kg na ha in pod mnogocvetno ljuljko 12,9 kg na ha. Razmeroma nizke količine spomladi pod deteljo, čeprav so višje kot pri ljuljki v čisti setvi, kažejo na malo izločanja N med rastjo metuljnice. Kljub temu da je ljuljka spomladi z gnojenjem dobila dodatnih 70 kg N na ha, je bilo pred spravilom pod ljuljko v tleh malo mineralnega N. To kaže na to, da je bila ljuljka zelo učinkovita v porabi N iz tal.

Simbiotska vezava N

Simbiotsko vezavo smo izračunali posredno z razliko med količino N v pridelku metuljnice ali mešanice z metuljnico in količino N v travi, kjer metuljnice (lucerne ali detelje) ni bilo v sestavi mešanice semena ob upoštevanju razlik med vsebnostmi mineralnega N v tleh (Evans in Taylor, 1997). V izračunih je še dodatno upoštevano gnojenje z dušikovim gnojilom in njegov 70 % izkoristek. Izračuni prikazujejo le oceno vezave ob predpostavkah, da:

- lahko nemetuljnica črpa N iz tal v primerljivem obsegu kot obravnavana metuljnica;
- je bilo sproščanje N z mineralizacijo organske snovi v tleh enako v vseh obravnavanjih;
- je bila enaka količina N prinesena v vsa obravnavanja s padavinami in s prostoživečimi organizmi, ki vežejo N iz zraka v tleh;
- je bilo izpiranje in izhlapevanje N iz tal med obravnavanji podobno.

V izračune ni všteti N v koreninah. Zato so dejanske vrednosti vezave nekoliko višje, kot so prikazane v Preglednici 28.

Preglednica 28: Količine simbiotsko vezanega N

Leto	Količina simbiotsko vezanega N (kg/ha) z dosevki	
	Detelja 100 %	Detelja 50 % : m. ljujka 50 %
2020*	89	53
2021*	108	45
Količina simbiotsko vezanega N (kg /ha) z lucerno		
	Lucerna 100 %	Lucerna 50 % : trave 50 %
2019	195*	191
2020**	X	X
2021 prva košnja**	X	X

* Povprečje dveh kmetij.

** Izračun ni bil mogoč zaradi preslabe rasti trav v času suše in pojava bele detelje v obravnavanju trav.

Čeprav je izračun simbiotske vezave le ocena stanja, so vrednosti, ki smo jih pridobili, pričakovane. Če bi dodali še nekaj kg za N v koreninah, smo pri dosevkih na nivoju naših prejšnjih raziskav (Gselman in Kramberger, 2008; Kramberger in sod., 2009). Pri lucerni in mešanici sta izračunani vrednosti vezave N za leto 2019 povsem pričakovani in skladni z literaturo. Razmeroma visoko izračunano vrednost simbiotske vezave pri lucerni v mešanici s travami lahko pripišemo razmeroma visokem deležu lucerne v botaničnih sestavah te mešanice ob upoštevanju dejstva, da se je tudi v čisti setvi lucerne pojavilo precej nesejanih nemetuljnic. To posledično pomeni, da so bile botanične sestave glede razmerja metuljnice : nemetuljnice dokaj podobne (Preglednice 11, 14 in 17). V letu 2020 in 2021 ocena na osnovi razlik med obravnavanji ni bila več mogoča. Zaradi sušnih razmer spomladi 2020 je trava slabo uspevala, lucerni pa suša v rasti ni škodovala. Poleg tega se je v obravnavanju mešanice trav brez lucerne pojavilo veliko bele detelje, ki je kot lucerna simbiotsko zelo aktivna. Iz odvzema dušika s pridelkom lucerne v čisti setvi in lucerne v mešanici s travami, ki je znašal čez 500 kg letno, lahko sklepamo na intenzivno simbiotsko vezavo. Vendar moramo pri slednji vrednosti upoštevati dejstvo, da nekaj 10 kg N na hektar letno pade iz ozračja na tla s padavinami, nekaj 10 kg N na hektar lahko letno iz zraka vežejo tudi prostoživeči mikroorganizmi v tleh. Še bolj je lahko nejasna slika pri mineralizaciji v tleh, kjer je lahko ocena dokaj varljiva. Realne številke je mogoče pridobiti le z natančnimi vsakoletnimi meritvami, saj so te vrednosti zelo odvisne od okoljskih dejavnikov. Zato lahko na podlagi približnih ocen samo sklepamo na simbiotsko vezavo, ki je bila očitno obilna.

Simbiotska vezava N ni zanimiva le z ekonomskega vidika, zmanjšuje tudi izpuste toplogrednih plinov. Za razliko od gnojenja z mineralnimi in živinskimi gnojili, se pri simbiotski vezavi dušika ne sprošča didušikov oksid (N_2O). Gre za toplogredni plin z 298 krat močnejšim toplogrednim učinkom od ogljikovega dioksida. Pri gnojenju z dušikovimi gnojili se na vsak kg N sprosti 15,7 g didušikovega oksida (IPCC, 2006). Ob predpostavki, da s simbiotsko vezavo dušika nadomestimo 100 kg N iz mineralnih gnojil na ha letno lahko ocenimo, da smo s tem zmanjšali izpuste toplogrednih plinov za 468 kg CO_2 ekvivalentov na ha. Ob upoštevanju, da smo imeli v Sloveniji v letu 2020 23.741 ha detelj, lucerne, deteljno-travnih in travno-deteljnih mešanic, pomeni to približno 11.100 t CO_2 ekvivalentov. Ocenjeno zmanjšanje izpustov predstavlja 8,6 % vseh izpustov toplogrednih plinov, ki nastanejo zaradi gnojenja z mineralnimi gnojili oz. 0,7 % vseh izpustov toplogrednih plinov iz slovenskega kmetijstva.

Biotska raznovrstnost pridelave

Biotsko raznovrstnost v naravi tvorijo rastline, živali, glive in mikroorganizmi. V našem primeru se osredotočamo na sejane rastline v njivskem kolobarju. S prezimnimi krmnimi dosevki smo dosegli ozelenitev tal v jesenskih, zimskih in spomladanskih mesecih s tem, da smo pridelek

koristno porabili za krmo živalim. Posledično se ohranja in povečuje biotska raznovrstnost njivskih habitatov tako na mikrobiološkem nivoju kot z vidika rastlinskega sveta (večje število različnih gojenih rastlinskih vrst v habitatu). V svetu je znanstveno dokazan tudi pozitiven vpliv prezimnih dosevkov na živalski svet (tudi na divje živali, ki so vsaj pozimi prehranjevalno vezane na njive). Pridelovanje večletnih mešanic lucerne in trav v primerjavi s čisto setvijo lucerne prav tako pomeni bistven napredek k zagotavljanju večje biotske raznovrstnosti v trajnostnem agroekosistemu. Na tem področju je torej naš projekt popolnoma izpolnil pričakovanja.

Ključni okoljevarstveni dosežki

- Rezultati projekta veliko prispevajo k varovanju naravnih virov za kmetijsko pridelavo. Vključevanje prezimnih dosevkov za krmo samo po sebi pomeni maksimalno izkoriščen proizvodni potencial kmetijskih zemljišč. Poleg tega metuljnice in na splošno krmne koševine, kamor prištevamo tudi trave, kot ugodilke pozitivno vplivajo na rodovitnost tal.
- Z vpeljevanjem okolju zelo sprejemljivih metuljnic oz. njihovih mešanic, ki imajo trajnostno pozitiven vpliv na lastnosti tal in dajejo visokokakovostno beljakovinsko krmo na zalogo, smo okrepili koncept trajnostnega kmetovanja.
- S kontrolirano uporabo prezimnih krmnih dosevkov in s setvijo večletne lucerne z mešanicami s travami smo s stalno pokritostjo tal z rastlinami minimalizirali potencialne negativne vpliva pridelave na kakovost podzemnih in površinskih voda z vidika spiranja mineralnega N iz vrhnjih slojev tal.
- Ohranjanje in izboljšanje biotske raznovrstnosti v habitatih kmetijske krajine smo dosegli z vključevanjem dosevkov v njivski kolobar in vključevanjem eno- in večletnih mešanic namesto uporabe monokultur.
- Uporaba v projekt vključenih tehnologij pridelave lucerne in predvsem njenih mešanic ter dosevkov v obliki mešanic detelje in trave z omejeno uporabo gnojil in stalno pokritostjo tal omogoča kmetovanje tudi na vodovarstvenih območjih.
- Stalna pokritost tal z rastlinami omogoča nenehno prestrezanje CO₂, ki se ob mineralizaciji organske snovi sprošča iz tal v ozračje. Vezava C v organsko snov pomeni vsaj začasno, deloma pa tudi trajnejšo obliko zmanjševanja C v atmosferi. Uvajanje metuljnic zmanjšuje potrebo po mineralnih N gnojilih in posledično posredno zmanjševanje izpustov N₂O in CO₂ v okolje pri proizvodnji, transportu in aplikaciji mineralnih gnojil.
- Rezultati projekta dajejo bogato osnovo za pridelavo kakovostne beljakovinske krme na ekoloških kmetijah brez gnojenja z N.
- Dosežki v projektu z vezavo CO₂ in zmanjševanjem emisij toplogrednih plinov prispevajo k blaženju podnebnih sprememb. Obenem s projektom prilagajamo pridelavo krme podnebnim spremembam. To dosegamo s pridelavo visokokakovostne konzervirane beljakovinske krme na zalogo in z vpeljavo metuljnic z globokimi koreninami, ki so odlična izbira proti suši odpornih rastlin.