

Vsebina priloge:

Delovni sklop 1: Pridelava zrnatih stročnic

**EIP Zrnate stročnice – pridelava, predelava in uporaba
Podukrep: Razvoj novih proizvodov, praks, procesov in tehnologij**

**Analiza izvedljivosti prenosa novih ali izboljšanih proizvodov,
praks, procesov in tehnologij v prakso**

Primernost gnojenja soje z dušikom

mag. Manfred Jakop*, doc. dr. Silva Grobelnik Mlakar*, asist. Urška Lisec, mag. kmetijstva*,
*Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede

Predstavitev problema

Visoke pridelke soje lahko pričakujemo samo v tleh z urejenim vodno-zračnim režimom in hranili, ki so dostopna rastlini. Za tvorbo ene tone zrnja s pripadajočo zeleno maso potrebuje soja od 60 do 100 kg N, 11 do 30 kg P₂O₅, 30 do 60 kg K₂O, 18 do 45 kg CaO in od 10 do 15 kg SO₄/ha. Ob žetvi z eno tono zrnja z njive odnesemo: 60 kg N, 15 kg P₂O₅, 17 kg K₂O in 5 kg MgO. Ostanek hranil vrnemo v tla z žetvenimi ostanki, kamor jih z različnimi stroji v celoti ali delno zadelamo. Zaradi visokega deleža beljakovin v zrnju ima soja velike potrebe po dušiku. Največ dušika potrebuje v razvojnih fazah tvorbe cvetnih popkov, cvetenju in nalivanju zrnja. Ocenjujemo, da potrebuje soja, glede na pričakovano višino pridelka, 60 kg N/ha. Količino je možno zagotoviti v pogojih z dobro mineralizacijo in posledično veliko zalogo mineralnega dušika v tleh (NO₃-N, NH₄-N). Z dodajanjem dušika ob osnovnem gnojenju ali ob dognojevanju želimo premostiti čas, ko simbiotske bakterije še ne oskrbujejo rastlin z dušikom, mineralizacijski procesi v tleh pa zaradi omejitev (hladna, zbita tla, neprimeren pH in vlaga v tleh) še ne zagotavljajo dovolj dušika za potrebe rasti posevka.

Dodajanje dušika soji sproža številne pomisleke, ki niso povezani le z okoljem in nepotrebnim povečevanjem obremenitve z nitrati zaradi možnosti izpiranja, temveč tudi z ekonomsko upravičenostjo izvedbe ukrepa.

Ekonomičnost uporabe dušika v soji je odvisna od štirih dejavnikov: cene gnojil, potrebne količine gnojil, cene soje in povečane količine pridelka zaradi gnojenja. Rezultati številnih gnojilnih poskusov iz različnih delov sveta kažejo, da v globokih in strukturnih tleh s povprečno količino organske snovi in ob mineralizaciji, ki že poteka v času ob setvi, gnojenje z dušikom ni potrebno.

Soja si ob primernih klimatskih in talnih razmerah lahko sama priskrbi 50–75 % potrebnega dušika iz zraka s pomočjo dušikovih bakterij na koreninah. Ostalo razliko k bilanci dušika prispeva **mineralizacija v tleh** ali dušik v obliki dodanih mineralnih ali organskih gnojil.

Opis predlaganih rešitev

Pri pripravi priporočila in izhodišč gnojenja soje v Sloveniji smo upoštevali in pregledali številne izkušnje pridelovalcev in stroke iz tujine. Rezultati, ki smo jih pridobili v projektu, potrjujejo priporočila in izkušnje mnogih pridelovalcev iz različnih pridelovalnih območij.

Strokovnjaki pridelovalcem v ZDA pri pridelku soje do 4 t/ha odsvetujejo gnojenja z dušikom, pri pričakovanem pridelku do 5,5 t/ha pa priporočajo do 33 kg N/ha, ob predpostavki, da so v tleh dobri pogoji za procese mineralizacije.

V Nemčiji določajo izhodišče za gnojenje z dušikom na podlagi štirih dejavnikov: pričakovanega pridelka soje, količine dušika v tleh do globine 60 cm, vrste predposevka in vmesnega posevka ter količine humusa v tleh. Predposevek in vmesni posevek vplivata na količino ostanka dušika v tleh za naslednji kolobarni člen, količina humusa v tleh pa je podlaga za izračun mineralizacijskega potenciala za posamezen tip tal. Na splošno gnojenje soje z dušikom v državi ne priporočajo.

V Avstriji priporočajo gnojenje na podlagi smernic za gnojenje in akcijskega programa za nitrate. Gnojenje prilagajajo vremenskim razmeram in pričakovanemu pridelku (nižji, srednji in visok pridelek) in izvedbo tudi ustrezno kontrolirajo. Na splošno gnojenja soje z dušikom ne priporočajo. Izjemoma pridelovalci soje pognojijo z odmerkom dušika do 60 kg/ha, če na neki površini pridelujejo sojo prvič, seme ni inokulirano ali se noduli na rastlini niso razvili.

Trditev, da osnovno gnojenje in dognojevanje soje z dušikom ni potrebno, podpirajo tudi rezultati poljskih poskusov izvedenih v okviru projekta na srednje težkih in težkih tleh (lokacija v Mengšu in Šetarovi). V poskusih smo posevke oskrbeli z različnimi količinami dušika ob setvi in/ali pred cvetenjem soje (z 0, 40, 80 in 120 kg/ha). Analiza podatkov je pokazala, da dodan dušik ni povečal pridelka zrnja niti vsebnosti beljakovin in olja v zrnju. Dodan dušik ob setvi je vplival le na značilno višjo zasnovno prvega stroka na stebelu rastline, in s tem posledično na manjše izgube ob žetvi, kar pa ob spravilu ni značilno vplivalo na pridelek zrnja. Na podlagi dosedanjih rezultatov poljskih poskusov, izvedenih v različnih klimatskih in talnih razmerah, ter izmerjenih količin N_{min} v tleh ob setvi (od 30 do 75 kg/ha na globini od 0 do 60 cm), dodajanje dušika ob setvi ali z dognojevanjem ne moremo priporočiti kot upravičen ukrep, saj ne vpliva na večji pridelek zrnja in na količino pridelanih surovih beljakovin na površino.

Da soje ne bo potrebno gnojiti z mineralnim dušikom je potrebno:

- pred setvijo poskrbeti za primerni pH,
- sejati inokulirano seme,
- v primeru bojazni, da inokulanti na semenu niso aktivni, semena dodatna inokulirati,
- osnovno in predsetveno pripravo izvesti v pogojih primerne vlažnosti tal,
- posevek okopavati/češati s čimer preprečimo nastanek skorje na površini tal, kar pospeši fiksacijo in mineralizacijo N.

Izjeme, ki opravičujejo pridelovalcem soje gnojenje z dušikom so: neprimerne vremenske razmere (veliko padavin, hladno vreme), zastajanje vode v območju korenin, zbita tla s pH v neprimernem območju ali slabo rodovitna tla z neprimernim vodno-zračnim režimom, ki ne omogočajo razvoja dovolj velikega števila nodulov na koreninah, in s tem primerne oskrbe rastline z dušikom.

Dognojevanje soje z dušikom ob začetku cvetenja je smiselno le v primeru če:

- so listi soje svetlo zelene barve in so pričeli rumeneti ter
- več kot 30 % rastlin nima nastavkov nodulov.

a) povzetek analize izvedljivosti

- na kmetije smo prenesli znanje, priporočila in usmeritve potrebne za strokovno utemeljeno gnojenja soje z dušikom,
- preučili smo različne sisteme gnojenja z dušikom (ob setvi, ob dognojevanju, split aplikacija N, odmerke od 0 do 120 kg N/ha) in odziv soje na pridelek in kakovost zrnja,
- z vključevanjem soje in drugih stročnic na njive zmanjšujemo potrebe po dodajanju dušika v kolobarju za 25 % do 35 %,
- zmanjšanje potreb po gnojenju z dušikom v kolobarju zmanjšuje možnosti onesnaženja pitne vode z nitrati,
- v tleh z urejenim vodno-zračnim režimom gnojenje soje z N ni upravičen ukrep,
- izjeme, ki opravičujejo gnojenje soje z dušikom so vremenske razmere (veliko padavin, hladno vreme), zastajanje vode v območju korenin, zbita tla s pH v neprimernem območju ali slabo rodovitna tla, ki ne omogočajo razvoja dovolj velikega števila nodulov.

b) ocena izvedljivosti prenosa predlaganih rešitev v prakso

Izvedljivost prenosa predlaganih rešitev v prakso je bila učinkovita in dobra. Vključene kmetije so osvojile potrebna znanja za oceno potreb po gnojenju soje glede na stanje zemljišča in same rastline. Priporočila, znanja in rezultate projekta smo popisali v monografiji Pridelava zrnatih stročnic in jo predstavili številnim strokovnjakom, kmetijskim gospodarstvom, dijakom in študentom.

c) problemi, posebnosti pri prenosu predlaganih rešitev v prakso,

Soja in ostale zrnate stročnice potrebujejo, za učinkovito simbiozo nitrifikacijskih bakterij in s tem učinkovito vezavo dušika iz zraka, primerno urejen vodno-zračni režim v tleh, zračna in humusna tla s primernim pH. Žal veliko njivskih površin vsaj v enem od omenjenih kriterijev ne dosega željenega nivoja kakovostnih tal. Na takšnih njivskih površinah soja ne bo mogla razviti vseh svojih lastnosti, ki omogočajo njeno pridelavo brez vnosa mineralnega dušika v tla in prispevati k zmanjšanim potrebam po gnojenju naslednjemu kolobarnemu členu, ki ga pridelujemo za sojo.

č) koristi predlaganih rešitev za kmetijsko gospodarstvo, kot npr. finančne ali ekonomske koristi predlaganih rešitev za kmetijsko gospodarstvo,

Kmetijsko gospodarstvo lahko z pridobljenim znanjem učinkovito prideluje sojo brez vnosa mineralnega dušika v tla. Na podlagi pridobljenih izkušenj v projektu je pridelovalec tudi usposobljen oceniti, kdaj je potrebno dušik dodati in bo to vplivalo na končni pridelek, in kdaj je dodajanje dušika neupravičen ukrep v pridelavi. S tem se finančna korist gospodarstva poveča, saj ne dodajamo dušika posevku, ki ga ne potrebuje in zmanjšamo obremenitev okolja.

d) vplivi predlaganih rešitev na okolje

Kmetijstvo je po deležu izpustov toplogrednih plinov s 15,6 % drugi največji onesnaževalec med sektorji v Sloveniji. Strategija gnojenja z dušikom in vključevanje zrnatih stročnic ter drugih metuljnic bosta imela v kmetijstvu pomembno vlogo pri zmanjševanju izpustov toplogrednih plinov do leta 2050. Rešitve za zmanjševanje emisij didušikovega oksida pomembno vplivajo tudi na zmanjšanje onesnaževanja voda z nitrati.

In prav soja in druge metuljnice v simbiozi z bakterijami vežejo iz zraka dušik, ki je edini vir dušika v kmetijstvu, ki ni povezan z emisijami in didušikovega oksida. Tudi z večanjem njihovega deleža v kolobarju bi hitreje in brez velikega vlaganja dosegli cilje zmanjšanja emisij toplogrednih plinov, ki so zapisani v Nacionalnem energetskem podnebnem načrtu (NEPN, 2020). Pomen pridelave soje in drugih metuljnic je izpostavljen tudi v Dolgoročni podnebni strategiji Republike Slovenije saj pomembno prispevajo k zmanjšanim emisijam amonijaka in so pomemben člen doseganja ciljev na področju onesnaževal zraka (Nacionalni program nadzora nad onesnaževanjem zraka).

Povečanje deleža zrnatih stročnic, v kolobarju na slovenskih njivah naslavlja cilje, ki jih slovensko kmetijstvo želi doseči in so zapisani v Resoluciji »naša hrana, podeželje in naravni viri 2021«, še posebej v delu, ki govori o varovanju biotske raznovrstnosti, zmanjšanju negativnih vplivov na vode, tla in zrak ter prilagajanju in blaženju podnebnih sprememb.

e) sklepi ter priporočila

Vključevanje stročnic v kolobar lahko na kmetijah pomembno prispeva k biotski pestrosti na njivah in zmanjša potrebo po gnojenju rastlin z mineralnimi in organskimi oblikami dušika. V obdobju, ko mineralni dušik dosega vrto glave cene na trgu, je za preživetje in ekonomično poslovanja kmetij potrebno izkoristiti vse možnosti, ki jih ponuja vključevanje soje in drugih stročnic v kolobar. Kmetije, ki pridelujejo zrnate stročnice, in imajo za njihovo pridelavo primerne njivske površine, lahko zmanjšajo potrebe po mineralnem dušiku tudi do ene tretjine, kar pomembno poveča konkurenčno pridelavo na njivah. Različni pristopi kako uspešno pridelati sojo ter druge zrnate stročnice, so zbrane v knjigi z naslovom [Pridelava zrnatih stročnic](#), ki pomaga pridelovalcu izkoristiti vse prednosti vključevanja zrnatih stročnic v kolobar. Veliko rezultatov in koristnih izkušenj na temo stročnic najdete tudi na spletnem mestu <http://zrnatestrocnice.um.si>.

EIP Zrnate stročnice – pridelava, predelava in uporaba
Podukrep: Razvoj novih proizvodov, praks, procesov in tehnologij

Analiza izvedljivosti prenosa novih ali izboljšanih proizvodov,
praks, procesov in tehnologij v prakso

Možnosti uporabe zmanjšanih odmerkov herbicidov pri pridelavi soje

dr. Aleš Kolmanič

*Kmetijski inštitut Slovenije

Predstavitev problema

Pleveli so po gospodarski pomembnosti pri pridelavi soje pri nas na prvem mestu. Napake pri njihovem obvladovanju lahko zmanjšajo pridelke tudi za 75 ali več odstotkov. Razlogov za to je več, med njimi je pomembnejši počasen zgodnji razvoj soje in s tem slaba konkurenčna sposobnost proti plevelom. Kakršnekoli napake pri oviranju kaljenja in razvoja plevelov v tem zgodnjem razvoju soje lahko posledično značilno zmanjšajo pridelke.

Pri nas so pri pridelavi soje najpomembnejši pleveli iz družine trav, kot sta npr. navadna kostreba in zeleni muhvič, podobno je v večini evropskih držav. Med širokolistnimi pleveli so pomembnejši srhkodlakavi ščir, dresni, metlike ter njivski slak. Naraščujoč izziv postajajo tudi nekateri invazivni pleveli, kot so npr. vrste iz rodu *Ambrosia* in *Cyperus*, predvsem zaradi omejenih možnosti za njihovo zatiranje.

Populacijo in razvoj plevelov v soji pri nas najpogosteje uravnavamo z uporabo FFS. Uporaba samo mehanskih načinov uničevanja plevelov je redka in prisotna v ekološki pridelavi, manj razširjena je tudi kombinacija mehanskega in kemičnega zatiranja. Razlogov za to je več in jih lahko iščemo v pomanjkanju znanja, izkušenj in mehanizacije za mehansko uničevanje plevelov, v slabšem poznavanju tehnologij pridelave in sortimenta soje, prevladujoči pridelavi soje s setvijo na ožje medvrstne razdalje ter dostopnosti do učinkovitih talnih herbicidov za uporabo v soji.

Učinkovitosti različnih herbicidnih kombinacij v soji preučujemo od leta 2016. Pri tem ugotavljamo, da so mešanice aktivnih snovi pendimetalin + S-metolaklor ali pendimetalin + klomazon, ki jih po potrebi dopolnimo s herbicidi po vzniku, učinkovite kombinacije na pomembnejše plevelne vrste za vse lokacije s srednje do težkimi tlemi in z učinkovitostmi nad 95 %. Problem je, ker je ta visoka stopnja učinkovitosti razmeroma draga in kot v poskusih opažamo pogosto povzroča tudi fitotoksičnosti na rastlinah soje. Delovna hipoteza na projektu je bila, da bi z uporabo zmanjšanih odmerkov herbicidov pred vznikom soje in plevelov dosegli zadovoljive učinkovitosti zatiranja plevelov brez izgube pridelkov, obenem pa zmanjšali stroške povezane z uporabo herbicidov. Sklepamo, da bi s tem zmanjšali tudi poškodbe gojenih rastlin (fitotoksičnosti na soji).

Opis predlaganih rešitev

Ob pripravi projekta smo s vsemi partnerji projekta (kmetije, svetovalna služba, raziskovalne in izobraževalne institucije) opravili analizo uporabe FFS ter opaženih posebnosti glede plevelnih populacij na izbranih poskusnih poljih in pripravili izhodišča poskusov.

Na dveh izbranih kmetijah smo zasnovali natančne poskuse za ugotavljanje učinkovitosti herbicidnih kombinacij pri različnih odmerkih aktivnih snovi. Uporabili smo klasične herbicidne kombinacije dovoljenih aktivnih snovi (uporabljene aktivne snovi pred vznikom soje in plevelov S-metolaklor +

pendimetalin ter pendimetalin + klomazon, aplicirani z 25, 50, 75 in 100% dovoljenim odmerkom; PRE-EM). Herbicidne kombinacije pred vznikom soje smo dopolnili s škropljenjem herbicidov po vzniku s kombinacijama aktivne snovi bentazon in cikloksidim (POST-EM). Vključili smo tudi samostojne aplikacije herbicidov po vzniku ter neškropljene kontrole. Za zagotavljanje največje možne natančnosti apliciranih kombinacij smo izbrane herbicidne kombinacije nanašali sami z uporabo natančne škroplilne tehnike za mikroposkuse v štirih ponovitvah.

Dodatni dejavniki v poskusih so bili obdelava tal (konvencionalna/konzervirajoča obdelava; lokacija KMG ŽIPO) ter medvrstna razdalja (12,5 in 25 cm; lokacijo KMG Grubič), pri katerih smo spremljali njihov učinek na učinkovitosti izbranih herbicidov, odmerkov ter na uspešnost pridelave soje.

Vpliv obdelave tal (konvencionalna/konzervirajoča) na plevelne populacije ter na učinkovitosti uporabe zmanjšanih odmerkov herbicidov

Iz podatkov o suhi masi plevelov na m² je vidno, da je na zemljiščih, kjer so bili poskusi zelo velik potencial plevelov (tudi do 10 t suhe snovi plevelov na ha pri konzervirajoči obdelavi tal). Suha masa plevelov na m² v kontrolah je bila za dobrih 30% manjša pri konvencionalni obdelavi tal. Podobna je bila tudi razlika v številu plevelov na m², na kontrolah je bilo približno 400 plevelov na m² pri konzervirajoči obdelavi tal ter približno 270 pri konvencionalni obdelavi tal.

V poskusih ugotavljamo, da je bila masa plevelov konstantno manjša pri konvencionalni obdelavi, ne glede na uporabljeno herbicidno kombinacijo. Uporaba herbicidov je učinkovito zmanjšala maso plevelov pri obeh načinih obdelave tal, npr., s 50% odmerkom herbicidov pred vznikom (PRE-EM) smo zmanjšali maso plevelov za več kot 10 krat ne glede na obdelavo tal, a smo zaradi manjšega števila plevelov na m² (učinek mehanskega uničenja plevelov s plugom) pri konvencionalni obdelavi tal konstantno dosegali večje učinkovitosti zatiranja plevelov z zmanjšanimi odmerki. Npr., učinkovitosti zmanjšanja plevelov nad 90% smo pri konvencionalni obdelavi tal dosegli že pri kombinaciji 25% odmerka herbicidov pred vznikom in herbicidi po vzniku. Pri konzervirajoči obdelavi smo take učinkovitosti dosegli šele pri kombinaciji 75% odmerka in herbicida po vzniku. Uporaba herbicidov samo po vzniku ni imela primerljivih učinkovitosti, tudi variabilnost učinkovitosti herbicidov je tukaj večja. Zmanjšanje plevelov s tem načinom je bilo za približno 2,5 krat.

Vpliv obdelave tal (konvencionalna/konzervirajoča) ter zmanjšanih odmerkov herbicidov na pridelke soje

Pridelki soje so bili v poskusih konstantno večji pri konvencionalni obdelavi tal. Največja razlika je bila opazna na kontrolah, kjer smo imeli približno 2,2 krat večji pridelek pri konvencionalni obdelavi tal. Pri kombinacijah herbicidov pred in po vzniku je bila ta razlika v pridelkih med načinoma obdelave tal v rangi do 20% v korist konvencionalne obdelave, pri uporabi herbicidov samo po vzniku pa je bila razlika v rangi 25-35% v korist konvencionalne obdelave, a smo tukaj opazili večje variabilnosti pridelkov (glede na plevelne populacije). Pri primerjavi kombinacij herbicidov pred in po vzniku praktično ne opažamo razlik v pridelkih med 25% in 100% odmerkom herbicidov pred vznikom, ne glede na način obdelave tal. Torej, zmanjšanje odmerka herbicidov pred vznikom soje in plevelov tudi za 75% ni vplivalo negativno na pridelke soje, oz. pridelki so bili na ravni obravnavanj, kjer smo uporabili 100% dovoljene odmerke herbicidov.

Vpliv medvrstne razdalje tal (12,5 cm in 25 cm) na plevelne populacije ter na učinkovitosti uporabe zmanjšanih odmerkov herbicidov

V pokusih se nakazuje, da smo pri ožji medvrstni razdalji dosegali nekaj odstotkov večje učinkovitosti zatiranja plevelov pri vseh uporabljenih odmerkih, a so opažene razlike za prakso zanemarljive. Med uporabljenima medvrstnima razdaljama nismo opazili pomembnih razlik na število in biomaso plevelov. Zmanjšanje suhe mase plevelov s kombinacijami herbicidov pred in po vzniku je bilo učinkovito, in npr. s 50% odmerki herbicidov pred vznikom smo zmanjšali maso plevelov za več kot 10 krat v primerjavi s kontrolo. Kljub temu, da so ti poskusi potekali na drugi lokaciji, drugačnih pedo-klimatskih pogojev in z drugo prisotno plevelno floro kot poskusi z obdelavami tal, smo tudi tukaj z uporabljenimi kombinacijami dosegali podobno zmanjšanje plevelne, kar nadalje potrjuje možnost zmanjšanja odmerkov herbicidov pred vznikom pri soji.

Vpliv medvrstne razdalje tal (12,5 cm in 25 cm) ter zmanjšanih odmerkov herbicidov na pridelke soje

S kombinacijami herbicidov pred in po vzniku smo pridelek povečali za približno 2 krat v primerjavi s kontrolama brez uporabe herbicidov. V poskusih uporabljeni medvrstni razdalji ne kažeta bistvenega vpliva na pridelek, a so bili pridelki pri večini herbicidnih postopkov malenkost večji z ožjo MVR. Z izjemo pri MVR 25 cm ter 25% odmerku herbicidov pred vznikom, večanje odmerkov PRE-EM do 100% ni bistveno izboljšalo pridelkov. Torej, tudi tukaj zmanjšanje odmerka herbicidov pred vznikom soje ni vplivalo negativno na pridelke soje. Pridelki z uporabo samo herbicidov po vzniku soje so bili za 30% manjši kot pri kombinacijah herbicidov pred in po vzniku, kar kaže na pomankljivosti pri tej strategiji varstva soje.

d) povzetek analize izvedljivosti

- na kmetiji smo prenesli znanje in rezultate uporabe zmanjšanih odmerkov herbicidov za zatiranja plevelov
- učinkovitosti uporabe zmanjšanih odmerkov herbicidov smo preučili pri dveh najpogosteje uporabljenih načinih obdelave tal za setev soje (konvencionalna in konzervirajoča), ki jih najpogosteje uporabljajo na večini kmetij v Sloveniji,
- učinkovitosti uporabe zmanjšanih odmerkov herbicidov smo preučili pri dveh najpogosteje uporabljenih razdaljah za setev soje (12,5 in 25 cm), ki jih najpogosteje uporabljajo na večini kmetij v Sloveniji, kjer sejejo determinantne sorte soje z žitnimi sejalicami
- učinkovito varstvo pred pleveli pomembno prispeva k uspešnosti pridelave soje in pomembno poveča potencial pridelka,
- uporaba zmanjšanih odmerkov herbicidov, ob upoštevanju splošnih priporočil, razvojne faze plevelov in soje, omogoča tržno primerljivo pridelavo soje kot uporaba polnih odmerkov herbicidov,
- učinek uporabe pluga (konvencionalna obdelava) na plevelno populacijo je bil v kontrolah izrazit in posledično smo že s 50% odmerkom herbicidov pred vznikom (potencial zmanjšanja odmerka za 50 % brez izgube pridelka soje) dosegali učinkovitosti zatiranja plevelov nad 90 %. Pri konzervirajoči obdelavi tal smo podobne učinkovitosti dosegali šele s 75% dovoljenim odmerkom herbicidov pred vznikom (potencial zmanjšanja odmerka za 25 % brez izgube pridelka soje).
- Pridelki so bili za petino večji pri konvencionalni obdelavi tal v primerjavi s konzervirajočo, medtem ko izbrani medvrstni razdalji nista kazali razlik v pridelkih.

e) ocena izvedljivosti prenosa predlaganih rešitev v prakso

Izvedljivost prenosa predlaganih rešitev v prakso je velika in za kmetovalce enostavna, saj za uveljavitev ne potrebujejo posebne opreme. Kmetije za vpeljavo te rešitve uporabijo obstoječo škropilno tehniko in prilagodijo odmerke glede na izbrani način obdelave tal. Dobro zanesljivost podatkov nakazuje tro-letna serija poskusov, ter opazen enak učinek odmerkov v različnih pedoklimatskih pogojih ter na številčno in vrstno velikih populacijah plevelov na poskusnih poljih. Dodana vrednost in nadaljnja možnost zmanjšanja odmerkov herbicidov bi bilo kombiniranje zmanjšanih odmerkov z mehanskimi načini zatiranja plevelov, posebej če upoštevamo njihov dodani vpliv na zračenje tal in s tem na razvoj soje in simbiotskih nodulov.

f) problemi, posebnosti pri prenosu predlaganih rešitev v prakso,

Težave s prenosom v prakso lahko nastopijo na njivah, kjer so prisotne invazivne plevelne vrste (npr. ambrozija, užitna ostrica) in kjer je z dolgoletno slabo prakso uporabe FFS prišlo do delnega razvoja odpornosti na katero od uporabljenih aktivnih snovi. Glede na razmeroma majhen spekter

dovoljenih aktivnih snovi v soji, je pri pojavu nekaterih problematičnih plevelov (predvsem ambrozija) bolj smiselno kolobar prilagoditi vrstam, kjer so na voljo aktivne snovi z zadovoljivim delovanjem ter sojo vpleljati po tem, ko je njiva dovolj očiščena teh plevelov.

č) koristi predlaganih rešitev za kmetijsko gospodarstvo, kot npr. finančne ali ekonomske koristi predlaganih rešitev za kmetijsko gospodarstvo,

Kmetijsko gospodarstvo lahko z pridobljenim znanjem učinkovito izvaja varstvo soje pred pleveli z kmetijskimi stroji, s katerimi kmetija že razpolaga. Možnost zmanjšanja uporabljenega odmerka herbicidov pred vznikom soje za 50 % ali več brez zmanjšanja pridelka soje pomeni finančni prihranek pri nakupu herbicidov v enakem odstotku ter boljše ekonomičnost pridelave soje.

d) vplivi predlaganih rešitev na okolje

Z uporabo zmanjšanih odmerkov tem bi značilno vplivali na zmanjšanje onesnaženja tal s kemičnimi snovmi in s tem posredno tudi podzemnih voda na kmetijskih področjih. Učinkovito zatiranje plevelov posredno vpliva tudi na lažje in hitrejše vključevanje soje v kolobar, kar povečuje biotsko pestrost na njivskih površinah in zmanjšane potrebe gnojenja z mineralnim dušikom. Vsi ti učinki pomembno vplivajo na zmanjšanje negativnih vplivov kmetijstva na okolje.

e) sklepi ter priporočila

Število in masa plevelov je bila pri konvencionalni pridelavi bistveno manjša kot pri konzervirajoči pridelavi, kar nakazuje na ugodne koristi uporabe pluga na obvladovanje plevelov. Posledično smo pri tej obdelavi že s 50-odstotnim dovoljenim odmerkom herbicidov pred vznikom dosegali učinkovitosti zatiranja plevelov nad 90 % brez zmanjšanja pridelka soje. Pri konzervirajoči pridelavi smo podobne učinkovitosti dosegali s 75% odmerkom herbicidov pred vznikom. Učinek uporabe pluga na zmanjšanje plevelne populacije je zanimiv tudi za ekološko pridelavo, kjer zatiranje plevelov temelji na sinergijskem učinku raznih mehanskih ukrepov. Smernice IV se pri uporabi herbicidov za uravnavanju plevelne populacije nagibajo k ciljni uporabi po vzniku. A pri soji je vprašljivo če se lahko popolnoma izognemo uporabi herbicidov pred vznikom herbicidov, se pa da njihove odmerke v večini situacij zmanjšati za vsaj 50% (konvencionalna) oz. 25% (konzervirajoča) brez tveganja izgube pridelkov.

f) Slikovno gradivo

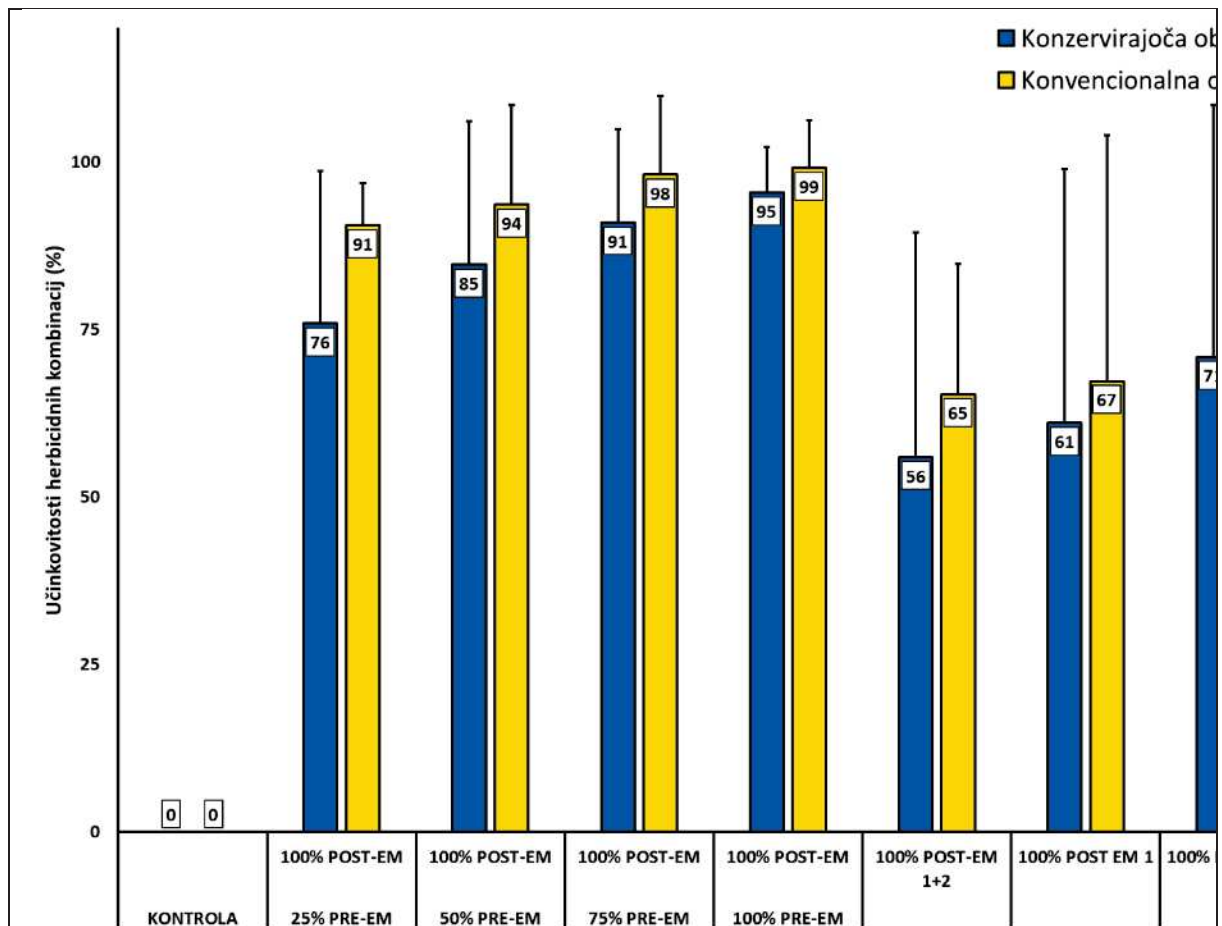
Pridelava zrnatih stročnic



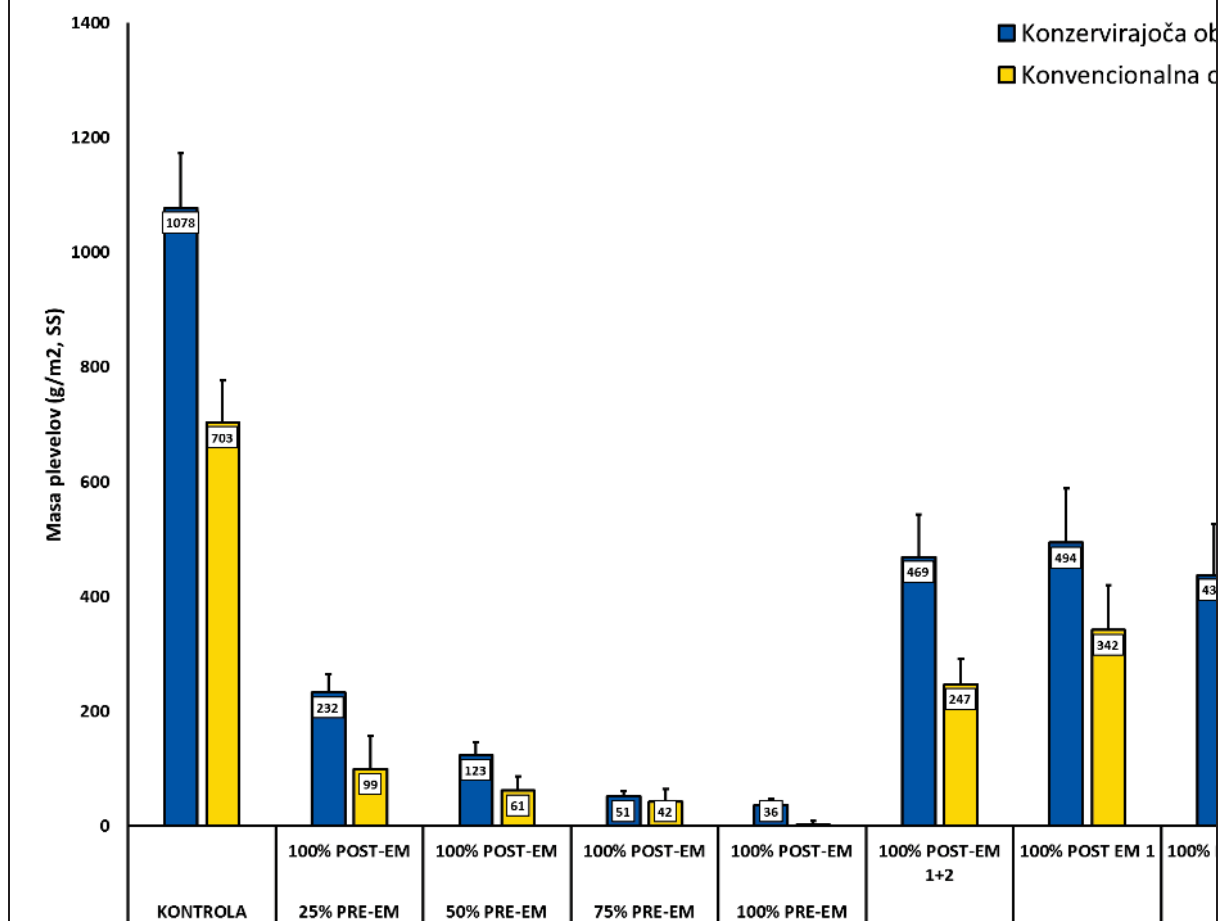
»Pridelava zrnatih stročnic« vsebinsko pokriva prvi člen v verigi, ostale vsebine bosta dopolnili publikaciji »Zrnate stročnice v prehrani« in »Zrnate stročnice v prehrani rejnih živali«.

Urednika: Manfred Jakop, Silva Grobelnik Mlakar
Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede

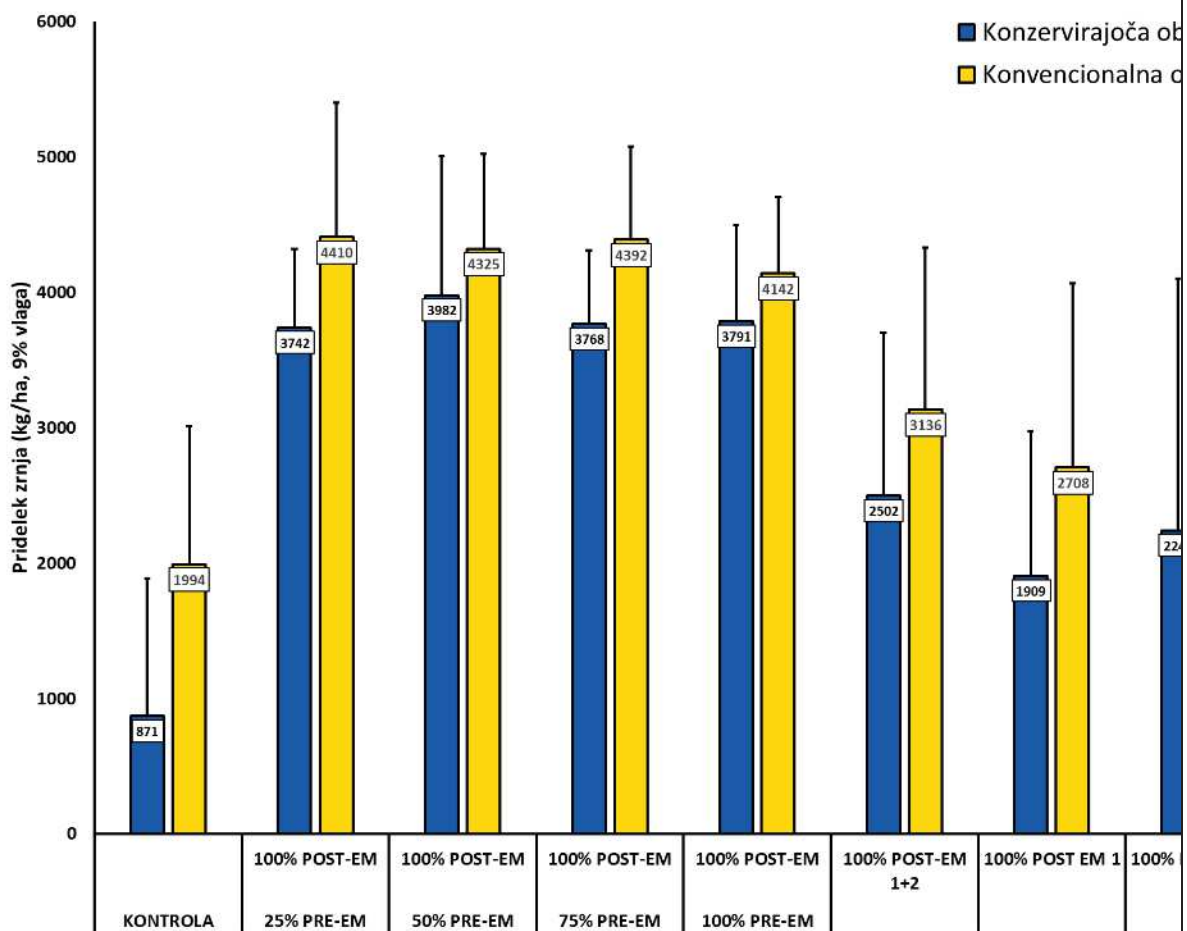
Povezava do knjige: <https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/143>



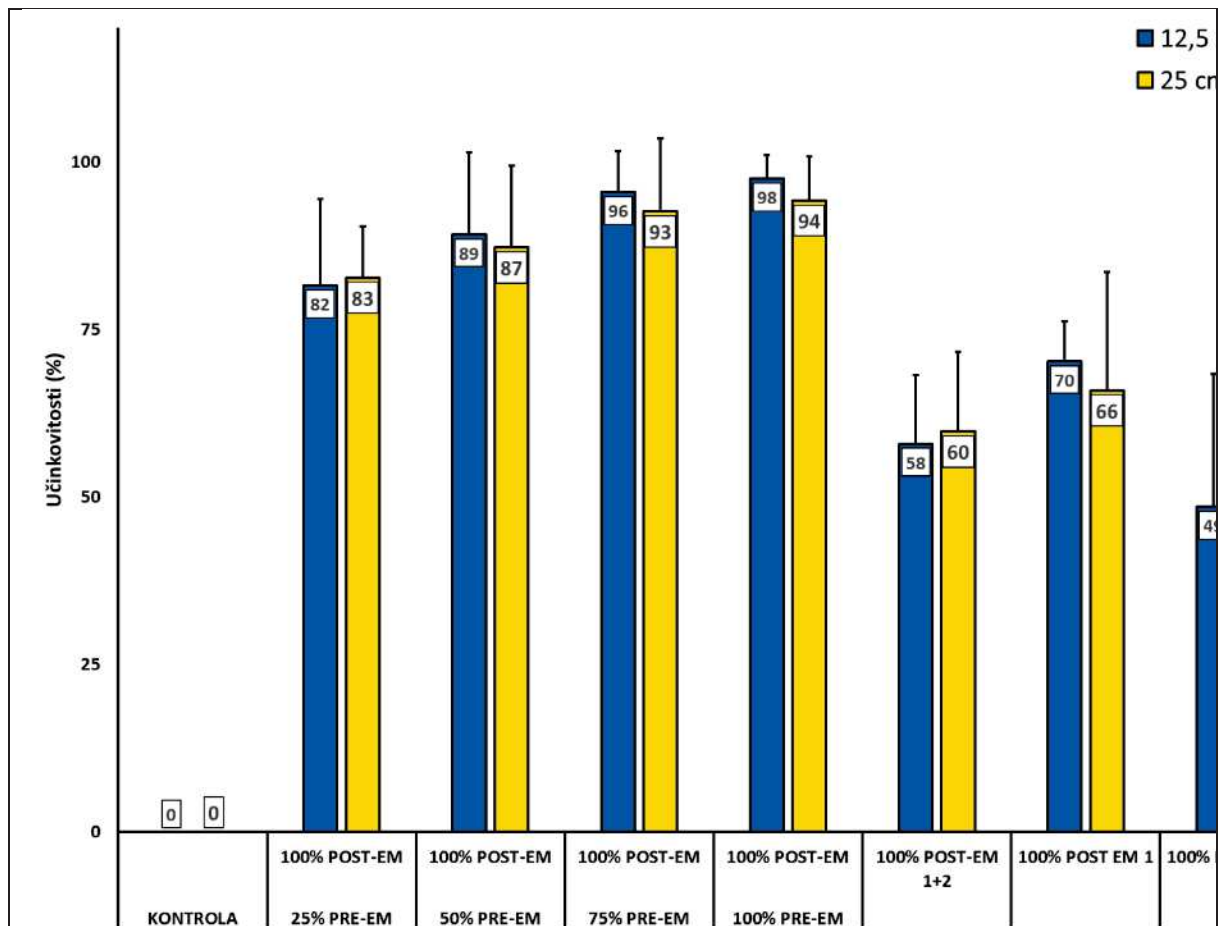
Slika 1. Učinkovitosti zatiranja plevelov glede na uporabljeni odmerek herbicidnih kombinacij (% od dovoljenih odmerkov, pred vznikom soje, PRE-EM; po vzniku soje, POST-EM) in obdelavo tal. Na grafu so prikazana povprečja tro-letnega preizkušanja s standardnim odklonom.



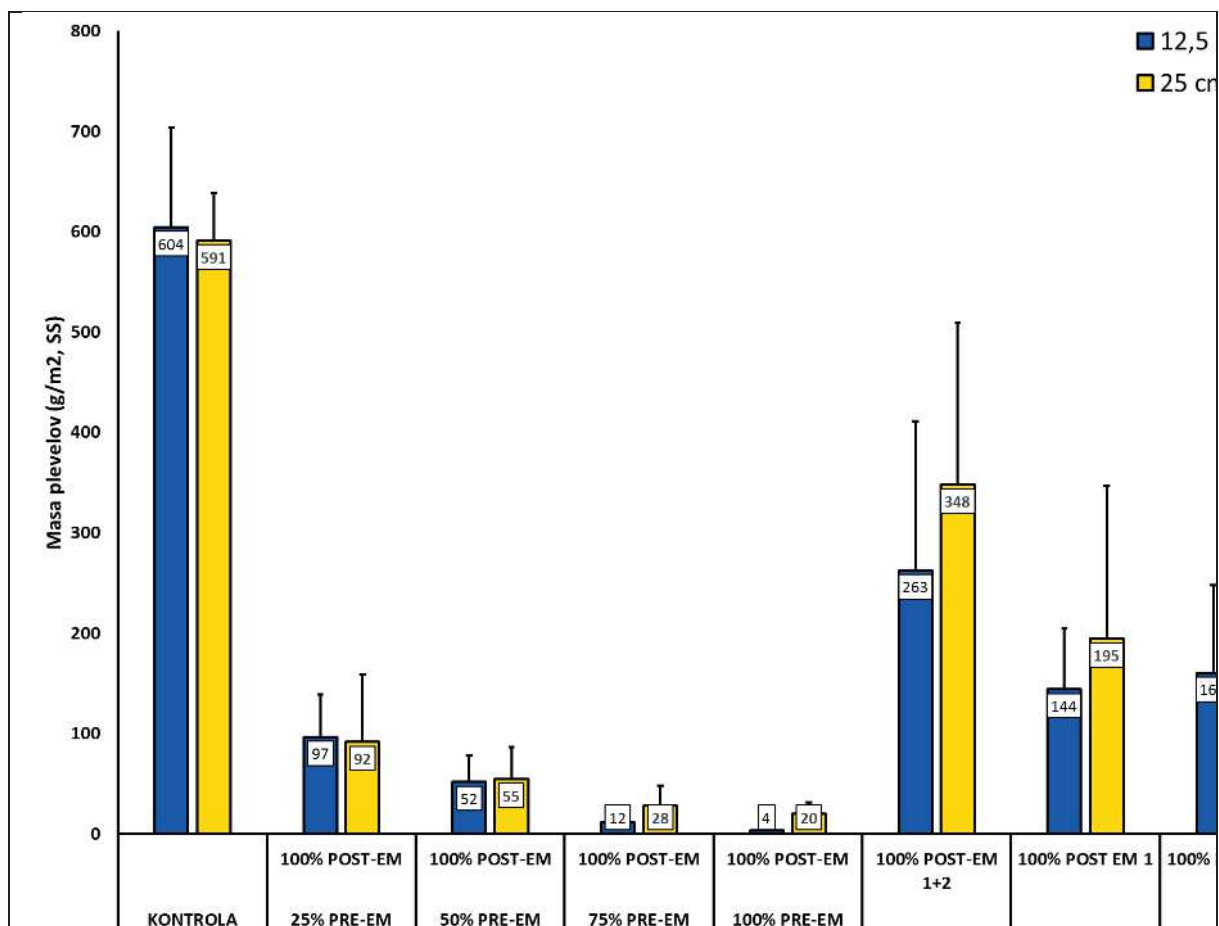
Slika 2. Masa plevelov glede na uporabljeni odmerek herbicidnih kombinacij (% od dovoljenih odmerkov, pred vznikom soje, PRE-EM; po vzniku soje, POST-EM) in obdelavo tal. Na grafu so prikazana povprečja tro-letnega preizkušanja s standardnim odklonom.



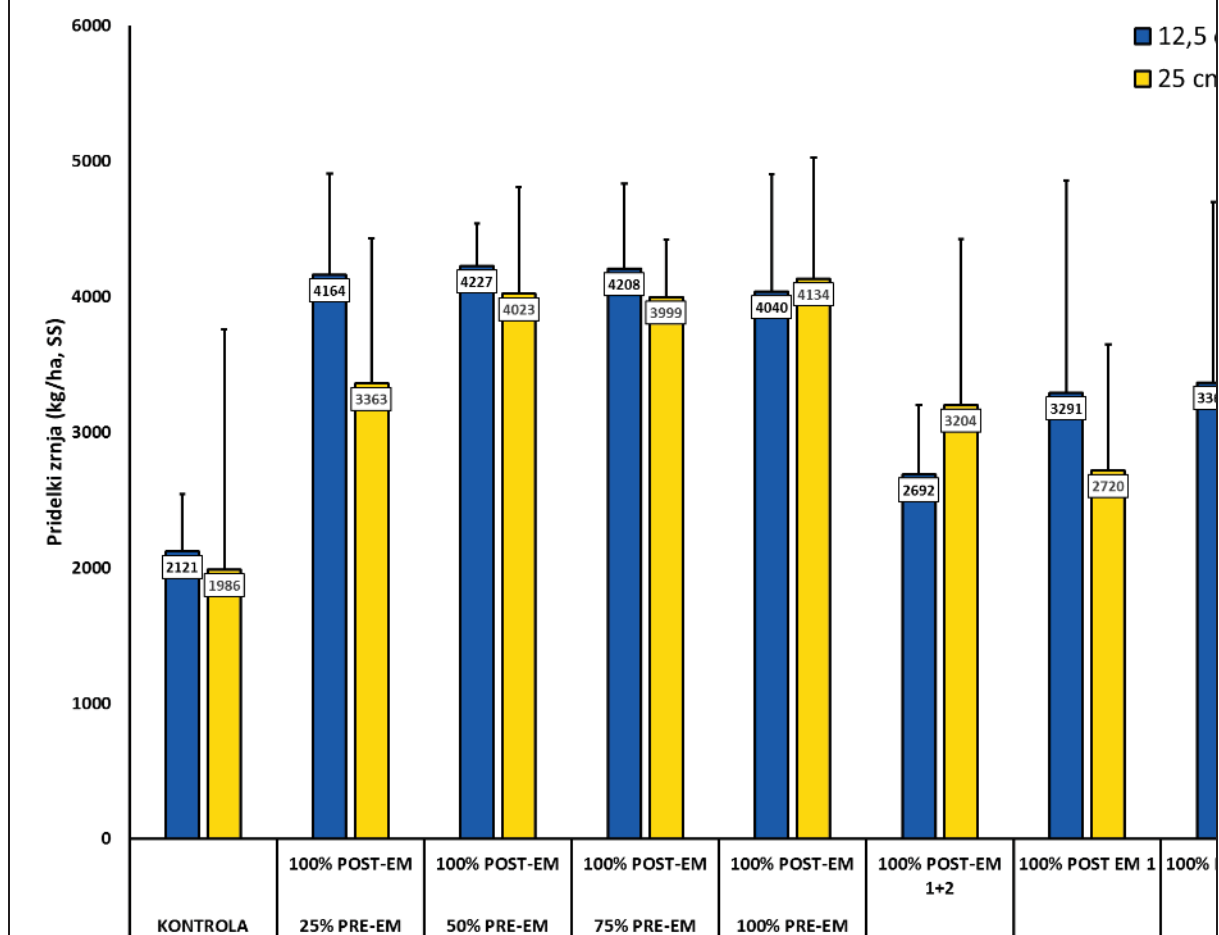
Slika 3. Pridelek zrnja soje glede na uporabljeni odmerek herbicidnih kombinacij (% od dovoljenih odmerkov, pred vznikom soje, PRE-EM; po vzniku soje, POST-EM) in obdelavo tal. Na grafu so prikazana povprečja tro-letnega preizkušanja s standardnim odklonom.



Slika 4. Učinkovitost zatiranja plevelov glede na uporabljeni odmerek herbicidnih kombinacij (% od dovoljenih odmerkov, pred vznikom soje, PRE-EM; po vzniku soje, POST-EM) in medvrstno razdaljo. Na grafu so prikazana povprečja tro-letnega preizkušanja s standardnim odklonom.



Slika 5. Masa plevelov glede na uporabljeni odmerek herbicidnih kombinacij (% od dovoljenih odmerkov, pred vznikom soje, PRE-EM; po vzniku soje, POST-EM) in medvrstno razdaljo. Na grafu so prikazana povprečja tro-letnega preizkušanja s standardnim odklonom.



Slika 6. Pridelek zrnja soje glede na uporabljeni odmerek herbicidnih kombinacij (% od dovoljenih odmerkov, pred vznikom soje, PRE-EM; po vzniku soje, POST-EM) in medvrstno razdaljo. Na grafu so prikazana povprečja tro-letnega preizkušanja s standardnim odklonom.

EIP Zrnate stročnice – pridelava, predelava in uporaba
Podukrep: Razvoj novih proizvodov, praks, procesov in tehnologij

Analiza izvedljivosti prenosa novih ali izboljšanih proizvodov,
praks, procesov in tehnologij v prakso

Mehansko zatiranje plevelov v soji

mag. Manfred Jakob*, doc. dr. Silva Grobelnik Mlakar*, asist. Urška Lisec, mag. kmetijstva*,
*Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede

Predstavitev problema

Učinkovito in uspešno uravnavanje plevelne populacije v posevku soje je eden najpomembnejših ukrepov za doseganje velikih pridelkov ustrezne kakovosti. Delež izgub pridelka zaradi neučinkovitega zatiranja plevela v svetu presega 35 %, v slovenskih razmerah pa po ocenah strokovnjakov od 15 in 20 %. V zelo zapleveljenih posevkih soje lahko pridelamo manj kot eno tono pridelka zrnja ali celo ostanemo brez njega.

V Sloveniji se najpogosteje srečujemo s tremi načini uravnavanja plevelne populacije v pridelavi soje:

- s pomočjo fitofarmaceutskih sredstev,
- s stroji za mehansko zatiranje in
- s kombinacijo uporabe FFS pred ali po vzniku ter mehanskim zatiranjem plevelov do zapiranja vrst posevka.

Mehanski način varstva pred pleveli ne uporabljajo samo ekološki kmetje temveč ga vse pogosteje srečujemo tudi na konvencionalnih kmetijah. Ekološki pridelovalci mehansko zatiranje plevelov izvajajo kot samostojni ukrep, konvencionalni kmetje pa v kombinaciji s FFS ali v kombinaciji z manjšimi odmerki FFS in naprav za mehansko zatiranje plevelov. Uporaba FFS v kmetijstvu povzroča številne težave. Ostanki kemičnih aktivnih snovi v tleh in vodi povečujejo razna tveganja, ki so povezana z zdravjem ljudi, živali in stanjem okolja.

Opis predlaganih rešitev

Ob pripravi projekta smo s vsemi partnerji projekta (kmetije, svetovalna služba, raziskovalne in izobraževalne inštitucije) opravili analizo potrebnih znanj in strojev, ki so nujni za učinkovito varstvo pred pleveli brez uporabe FFS. Pozornost je bila namenjena predvsem:

- upoštevanju izhodišč, ki so pomembna za učinkovito mehansko zatiranje plevelov v rastni sezoni,
- izbiri primernih naprav za mehansko zatiranje plevelov,
- tehničnim podrobnostim in nastavitvam (hitrost, globina, intenzivnost delovanja naprave) v povezavi z razvojno fazo plevelov in soje.

Če se odločimo za mehanski način zatiranja plevelov je potrebno upoštevati določena izhodišča že pri pripravi setvene površine, setvi in pri sami izvedbi ukrepov zatiranja.

Pred končno **pripravo setvene površine** pozornost posvetimo ukrepom spodbujanja kalitve plevelov s pravočasnim ravnanjem zimske ali spomladanske brazde z enim ali dvema, od 3 do 4 cm globokima, prehodoma s predsetvenikom. Ukrep izvajamo v razmiku od osem do štirinajst dni. Priporočljivo je, da ob prehodu s strojem večina populacije plevelov ne preseže faze dveh pravih listov. Če na površinah izvajamo obdelavo tal brez oranja, lahko pričakujemo po setvi med 20 % do 60 % več kalivih semen plevelov v primerjavi z oranjem. Če smo zaradi strukture tal ali predposevka

(rastlinskih ostankov) primorani osnovno obdelavo tal izvesti v več prehodih, naj bo med njimi več dni razlike (od osem do deset), saj bomo le tako uničili kaleče plevela v zgornjem – setvenem delu.

Pri setvi upoštevamo zgodnejše roke setve, kar izboljša tekmovalne sposobnosti soje s pleveli, pri čemer pa moramo upoštevati potrebno minimalno temperaturo tal za kalitev soje, ki je med 10–12 °C. Čeprav je soja sposobna nadomestiti 15 % izgube sklopa, priporočamo ob setvi za 10 % povečan sklop zaradi možnih poškodb in loma raslim pri česanju ali okopavanju. Globina setve soje mora biti enakomerna, z izhodiščem odlaganja semena na globini med 3 in 4 cm. Globlje posejane rastline se čvrsteje ukoreninijo, zmanjša pa se tudi verjetnost poškodb semen soje pri uporabi česala po setvi in pred vznikom rastlin. Pomembno pri mehanskem zatiranju plevelov je tudi enakomerna porazdelitev semen v vrsti. Neenakomerna razporeditev semen zmanjšuje učinkovitost česala in povečuje možnost poškodb rastlin soje. Medvrstna razdalja setve je odvisna od morfoloških lastnosti sort in zgodnosti. Pri mehanskem zatiranju plevelov o medvrstni razdalji odloča tudi način mehanskega zatiranja (česalo, okopalniki) in obseg okopavanja (celotna površina, samo medvrstni prostor). Mehansko zatiranje plevelov s česanjem priporočamo pri vseh medvrstnih razdaljah, pri uporabi okopalnikov priporočamo širše medvrstne razdalje 36, 48, ali 70 cm.

Ob setvi in v zgodnjih razvojnih fazah posevka soje pričakujemo razvoj zgodnje- in poznopomladanskih plevelov. Soja spada med okopavine, zato najdemo v posevku podobne plevela, ki so značilni tudi za krompir in koruzo. Na večini njiv so to vrste iz rodov kamilic, mrtvih kopriv, jetičnikov, kislic, sašov, ščirov, lobod, metlik, rogovilčkov, veliko krat tudi pirnica, osat in preslica. Med zelo trdovratni plevel, z močnim koreninskim sistemom spada tudi kostreba. Po naših izkušnjah je potrebno v soji, za učinkovito zatiranje s česalom, prehod izvesti pri enoletnih ozkolistnih plevelih do razvojne faze enega pravega lista in pri enoletnih širokolistnih plevelih do faze dveh pravih listov. Za učinkovito mehansko zatiranje s prstastim okopalnikom je za enoletne ozkolistne plevela najustreznejša razvojna faza do dveh pravih listov, pri enoletnih širokolistnih plevelih pa do faze dveh do štirih pravih listov.

Učinkovitost različnih sistemov mehanskega zatiranja plevelov

Pri naših preizkušanjih v okviru projekta EIP Zrnate stročnice: pridelava, predelava in uporaba (<http://zrnatestrocnice.um.si/>), smo v ekološki pridelavi soje, preizkušali učinkovitost več različnih sistemov mehanskega zatiranja plevelov. V poskusu smo uporabili sorto MS Mentor pri širši medvrstni razdalji, 70 cm. Ob vzniku soje je, na delu njive, kjer ni bila izvedena slepa setev, gostota plevelnih rastlin znašala med 320 do 410 rastlin/m², kar parcelo uvršča med zmerno zapleveljeno. Sklop soje je znašal v povprečju 41 rastlin na m². Pri tem sistemu setve se je za učinkovito uničevanje plevelov izkazala uporaba prstastega okopalnika in kombinacija česala ter prstastega okopalnika. V obeh primerih je bila pred setvijo soje izvedena slepa setev v dveh terminih, prvi v sredini marca, drugi prehod 14. aprila, tri dni pred setvijo. Pri mehanskem zatiranju plevelov s prstastim okopalnikom smo plevela uničevali v fazi razvoja prvega trojnega lista (16 dni po vzniku) in fazi razvitih dveh trojnatih listov (23 dni po vzniku). Po naših izkušnjah, je v primeru pogostih padavin, ko se te pojavljajo na nekaj dni, potrebno plevela mehansko zatirati trikrat (po 2., 3. in 7. tednu od vznika). V letih z manj pogostimi padavinami sta dovolj dva prehoda, prvi dva do tri tedne po vzniku, drugi sedem tednov po vzniku, na začetku faze cvetenja (višina rastlin 30 cm). Pri kombinirani uporabi česala in prstastega okopalnika lahko za učinkovito zatiranje plevelov priporočamo dva prehoda s česalom, prvič 6–8 dni po setvi in drugič v fazi dveh pravih listov soje. V tej fazi razvoja je potrebno hitrost in intenzivnost delovanja česal primerno prilagoditi ter tako zmanjšati poškodbe posevka. Primerna hitrost vožnje je okrog 3 km/ha, roglje česala nastavimo na 40 % od maksimalne agresivnosti pritiska. V kombinaciji s česalom lahko prstasti okopalnik uporabimo enkrat, 21 dni po vzniku, pri večji zapleveljenosti posevka pa okopalnik uporabimo ponovno neposredno pred cvetenjem. Pridelek zrnja ekološke soje je bil v obeh obravnavanjih, s prstastim okopalnikom in v kombinaciji uporabe česala in prstastega okopalnika 3,2 tone na ha (9 % vlaga).

Mnogokrat pozabljamo, da mehansko zatiranje, poleg uničevanja plevelov, prinaša tudi druge pozitivne učinke na tla in rast soje. Ti koristni učinki, ki še dodatno prispevajo k uspešni pridelavi soje

so drobljenje talnih agregatov, zračenje tal, zadrževanje vlage v tleh, povečanje izkoristka hranil, večja je mineralizacija in večja aktivnost simbiotskih bakterij na koreninah

Opisane izkušnje so bile prenesene na praktičnih prenosih znanj na različnih kmetijah, posnete v dveh kratkih video filmih (Uporaba prstastega okopalnika v ekološki pridelavi soje, Načini mehanskega zatiranja plevelov v soji (EIP Zrnate stročnice)) in zapisane v strokovni monografiji Pridelava zrnatih stročnic (izdane ob zaključku projekta EIP Zrnate stročnice — pridelava, predelava in uporaba).

g) povzetek analize izvedljivosti

- na kmetijo smo prenesli znanje in tehnologijo mehanskega zatiranja plevelov v širokorednih setvah soje brez uporabe fitofarmaceutskih pripravkov,
- preučili smo različne sisteme mehanskega zatiranja plevelov, ki temelji na orodjih, ki jih najpogosteje uporabljajo na večini kmetij v Sloveniji,
- učinkovito mehansko varstvo pred pleveli pomembno prispeva k zmanjšani uporabi FFS, lažjemu vključevanju soje v kolobar,
- mehansko zatiranje plevelov, ob upoštevanju splošnih priporočil, razvojne faze plevelov in soje, omogoča tržno primerljivo pridelavo soje brez uporabe FFS,
- mehansko zatiranje plevelov v pridelavo soje prinaša tudi številne druge pozitivne učinke, ki vplivajo na višji in kakovostnejši pridelek.

h) ocena izvedljivosti prenosa predlaganih rešitev v prakso

Izvedljivost prenosa predlaganih rešitev v prakso je bila učinkovita že ob prvi izvedbi, saj smo dosegli pridelek ekološke soje na obravnavanju z uporabo prstastega okopalnika in kombinacijo česala in prstastega okopalnika, pridelek zrnja soje 3,2 t/ha. Z izvedbo v drugem letu poskusa, so bile upoštewane pridobljene praktične izkušnje prvega leta z minimalnimi popravki. Prenešeno znanje in izkušnje so bile v celoti prenesene v praktično izvedbo na kmetijo.

i) problemi, posebnosti pri prenosu predlaganih rešitev v prakso,

Za učinkovito mehansko zatiranje plevelov je potrebno, da so tla primerno suha. Preveč vlažna ali presuha, zaskorjena tla, so neprimerna za izvajanje ukrepa. Za učinkovito uničenje plevelov pri mehanskem načinu je potrebno upoštevati tudi vremenske razmere pred in po izvedbi ukrepa. Najbolj učinkovito zatremo plevel, če ujamemo obdobje brez padavin pred česanjem ali okopavanjem in tudi po njem, v obeh primerih vsaj 1–2 dni.

Za sojo je značilno, da ima počasen mladostni razvoj in slabo tekmovalno sposobnost. Posevek soje mora biti tako nezapleveljen vsaj še 6–8 tednov po setvi, sicer so izgube pridelka prevelike. Če uporabljamo za mehansko uničevanje plevelov česalo, je potrebno pričeti s prehodi takoj po setvi soje. Priporočamo, da se prvi prehod s česalom opravi 5–7 dni po setvi, preden prične soja kaliti. Tla pri tem ne smejo biti premokra, roglje česala nastavimo na 60–75 % od maksimalne agresivnosti delovanja in prodiranja do 1–1,5 cm v globino. Hitrost vožnje je lahko nekoliko višja, 5–8 km/h. V fazi vznikanja soje so poškodbe pri uporabi česala največje, tudi 18 do 20 %, zato mehansko uničevanje plevelov v tej razvojni fazi soje ni ekonomsko upravičeno in ga odsvetujemo. V fazi prvih pravih listov (BBCH 11) in fazi prvega trojnatega lista (BBCH 12) so lahko poškodbe rastlin do 10 %. V poznejših razvojnih fazah soje (BBCH 15) so poškodbe rastlin manjše, med 3 % in 4 %. V naših poskusih mehanskega zatiranja plevelov, poškodbe soje v nobeni od faz niso presegle 4 %. Pri uporabi prstastega okopalnika je potrebno v zgodnjih fazah razvoja mlade rastline soje zaščititi pred zasipanjem z namestitvijo zaščitnih diskov. Uporaba česala in okopalnika se pri soji priporoča v popoldanskih urah, ko je v celicah rastlin manj vode in je rastlina manj čvrsta, kar poveča njeno odpornost na mehanske poškodbe.

č) koristi predlaganih rešitev za kmetijsko gospodarstvo, kot npr. finančne ali ekonomske koristi predlaganih rešitev za kmetijsko gospodarstvo,

Kmetijsko gospodarstvo lahko z pridobljenim znanjem učinkovito izvaja varstvo soje pred pleveli z kmetijskimi stroji, s katerimi kmetija že razpolaga, brez uporabe fitofarmaceutskih sredstev. Mehansko zatiranje plevelov na ekološki kmetiji zagotavlja stabilen in visok pridelek, primerljiv s konvencionalno pridelavo, z nižjo lastno ceno pridelka soje.

d) vplivi predlaganih rešitev na okolje

Predlagane rešitve učinkovitega mehanskega zatiranja plevelov, dajejo podlago za uporabo vpeljane tehnologije tako na ekoloških kmetijah kot tudi na kmetijah, ki še ne kmetujejo po načelih ekološke pridelave. Tehnologija je tudi primerna za uporabo na VVO, kjer lahko mehansko zatiranje plevelov v celoti nadomesti FFS ali vsaj zmanjšane uporabe fitofarmaceutskih pripravkov s kombinacijo mehanskega zatiranja plevelov in zmanjšanimi odmerki FFS. S tem bi značilno vplivali na manjše onesnaženje tal s kemičnimi snovmi in s tem posredno tudi podzemnih voda na kmetijskih področjih. Učinkovito zatiranje plevelov posredno vpliva tudi na lažje in hitrejše vključevanje soje v kolobar, kar povečuje biotsko pestrost na njivskih površinah in zmanjšuje potrebo po gnojenju z mineralnim dušikom. Vsi ti učinki mehanskega zatiranja plevelov pomembno vplivajo na zmanjšanje negativnih vplivov kmetijstva na okolje.

e) sklepi ter priporočila

Mehansko zatiranje plevelov poleg uničenja plevelov prinaša tudi druge pozitivne učinke na tla in rast soje: drobljenje talnih agregatov, zračenje tal, zadrževanje vlage v tleh, povečuje izkoristek hranil v tleh, pospešuje mineralizacijske procese in povečuje aktivnost dušikovih simbiotskih bakterij na koreninah. Vsi učinki mehanskega zatiranja plevelov hkrati tudi vplivajo na višji in kakovostnejši pridelek zrnja soje.

f) Slikovno gradivo

Pridelava zrnatih stročnic



»Pridelava zrnatih stročnic« vsebinsko pokriva prvi člen v verigi, ostale vsebine bosta dopolnili publikaciji »Zrnate stročnice v prehrani« in »Zrnate stročnice v prehrani rejnih živali«.

Urednika: Manfred Jakop, Silva Grobelnik Mlakar
Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede

Povezava do knjige: <https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/143>

EIP Zrnate stročnice – pridelava, predelava in uporaba
Podukrep: Razvoj novih proizvodov, praks, procesov in tehnologij

Analiza izvedljivosti prenosa novih ali izboljšanih proizvodov,
praks, procesov in tehnologij v prakso

Inokulacija soje

dr. Marko Flajšman*, Miha Slapnik*, dr. Darja Kocjan Ačko*

*Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta

Predstavitev problema

Soja v simbiozi z bakterijami *Rhizobium japonicum* in *Bradyrhizobium japonicum* veže zračni dušik. Ponekod po svetu so v tleh naravno prisotne bakterije iz teh vrst, ki so s sojo sposobne simbioze. Ker

pri nas teh bakterij v tleh ni, lahko proces vezave dušika poteka le, če so bile pred setvijo na seme soje nanešene žive bakterije, ki so bile pridobljene v laboratorijskih razmerah. Ugotovili so, da se na njivah, kjer je v preteklosti uspevala soja v simbiozi z bakterijami, simbiotske bakterije ohranijo in oblikujejo gomoljčke ali nodule na koreninah naslednjega posevka soje brez predhodne inokulacije semena. Vendar pa je za zagotavljanje učinkovite vsakoletne simbioze priporočljivo uporabljati inokulirano seme pri vsaki setvi. Danes semenarske hiše večinoma prodajajo seme soje, ki je inokulirano s strani dodelovalcev semen. To je prednost, saj pridelovalci seme pred setvijo samo stresejo v sejalnico in posejejo, ne da bi bilo treba izvesti postopek inokuliranja. Inokuliranje semena zahteva uporabo določene opreme in predstavlja predvsem dodaten delovni napor. Inokulacija pri dodelovalcih semen pa ima poleg prednosti tudi slabost, ker je bila izvedena običajno 2 do 3 mesece pred setvijo. To pomeni, da mora biti seme po inokulaciji primerno skladiščeno in transportirano, sicer lahko pride do propada inokulanta na semenu. Pomembno je, da vreč soje z inokuliranim semenom ne hranimo v toplem prostoru ali v razmerah, kjer bi bile izpostavljene neposredni sončni toploti. Škodljivo je tudi izpostavljanje semena v odprtih vrečah neposredni sončni svetlobi v času setve. Pri upravljanju sejavnice je treba imeti zaprt pokrov nasipnice. Pomembno je tudi dobro pokrivanje posejanega semena z zemljo, kar sicer reguliramo tudi z nastavitvijo pravilne globine setve. Vso to so pomembni parametri, ki jih je potrebno ob setvi upoštevati, če želimo gojiti rastline soje, ki uspešno vzpostavijo simbiozo z bakterijami in se na ta način same preskrbujejo z dušikom.

Opis predlaganih rešitev

Dejavniki okolja, ki vplivajo na uspešno vezavo (fiksacijo) zračnega dušika, so: zračnost tal, temperatura tal vsaj 8 °C oziroma optimalna od 15 do 26 °C, ravno pravšnja količina dušika v tleh, optimalen pH tal od 6 do 7, dovolj dostopnega fosforja, železa in molibdena. Vsekakor inokulacija semena pri soji zmanjša potrebe rastlin po dušiku in vpliva na večje število gomoljčkov na koreninah, večjo maso nadzemnega dela rastlin in večji pridelek. Vpliv inokulacije zmanjša tudi potrebe po gnojenju z dušičnimi gnojili, še vedno pa potrebujejo mlade rastline soje dovolj dušika v tleh, še posebej pred pojavom koreninskih nodulov, ki se okrepijo v času cvetenja in po njem.

Kljub tovarniški inokulaciji lahko zaradi nepravilnega ravnanja s semenom pri proizvajalcih ali kmetih bakterije v inokulantu propadejo. S svežo inokulacijo tik pred setvijo lahko povečamo število gomoljčkov na koreninah in s tem vezavo dušika v tkiva soje. Nanos lahko inokulacijo opravijo pridelovalci sami, običajno z mešanjem semena in inokulanta v mešalcih, ki se sicer uporabljajo v gradbeništvu, pri manjših količinah semena pa tudi ročno. Inokulantski pripravek je sestavljen iz bakterij, ki se nahajajo na šotnem nosilcu. Tega je treba pred uporabo raztopiti v vodi, nato pa ga dodati semenu med mešanjem. Voda za raztapljanje ne sme biti klorirana, saj klor negativno vpliva na bakterije. Med mešanjem pazimo, da to ni preveč mehansko intenzivno, da ne poškodujemo semenske lupine. Bakterijske inokulante prodajajo tudi v tekoči obliki, taki so inokulanti iz Avstrije.

j) povzetek analize izvedljivosti

- setev inokuliranega semena soje je smiseln agrotehnični ukrep v pridelavi soje, saj omogoča pridelavo soje z zmanjšanimi odmerki gnojenja z dušikom ob enakem ali večjem pridelku
- večina semenarskih hiš prodaja seme sort soje, ki je že tovarniško inokulirano s simbiotskimi bakterijami. Vendar pa se lahko zaradi različnih razlogov, kot so neprimerno skladiščenje semena, zgodi, da inokulant na semenu propade in nato na koreninah soje v času rasti rastlin ne pride do tvorbe bakterijskih nodulov ter s tem fiksacije zračnega dušika
- zato je priporočljivo pred setvijo na seme nanesti svež inokulant, s čimer zagotavljamo prisotnost živega inokulanta na površini semena in v primeru ugodnih talnih razmer tudi uspešne tvorbe simbioze med bakterijami in koreninami rastlin soje
- na dveh kmetijskih gospodarstvih smo testirali učinke dodatne inokulacije semena pred setvijo na pridelek in druge agronomske lastnosti soje
- v vseh poskusih smo ugotovili uspešen pojav bakterijskih nodulov na koreninah rastlin soje

- pokazalo se je, da je dodatno inokuliranje semena pred setvijo smiseln ukrep, saj lahko na ta način dosežemo povečanje pridelka soje tudi do 11,3 %.

k) ocena izvedljivosti prenosa predlaganih rešitev v prakso

Izvedljivost prenosa predlaganih rešitev v prakso je bila učinkovita, saj smo na kmetijskih gospodarstvih pokazali, kako se inokulacija semena pred setvijo izvaja in da je ta postopek mogoče izvajati tudi v praksi. Tudi končni rezultati so bili dobri, ker smo uspeli z ukrepom dodatne sveže inokulacije v večini poskusov povečati pridelke v primerjavi s kontrolo. Ocenjujemo, da je prenos predlaganih rešitev v prakso mogoč in izvedljiv, vse pa je odvisno od pridelovalcev, ki bodo ali ne bodo upoštevali naših priporočil.

l) problemi, posebnosti pri prenosu predlaganih rešitev v prakso

Naša predlagana rešitev za prakso je dodatna inokulacija semena pred setvijo s svežim inokulantom, s čimer zagotovimo prisotnost živega inokulanta na površini semena, kar je predpogoj za pojav simbioze med bakterijami in koreninami rastlin soje. Drugi izredno pomemben pogoj, katerega v naših poskusih nismo detajlno preučevali, pa so talne razmere oz. lastnosti pridelovalnih tal. Tukaj lahko nastopi problem, da se v neugodnih talnih razmerah kljub prisotnosti živega inokulanta na površini semena tvorba nodulov ne vzpostavi. Razmere v tleh so lahko neugodne iz fizikalnega vidika (zbitost tal, slaba zračnost tal, neobstoječnost strukturnih agregatov, zastajanje vode, itd.), kemičnega vidika (nizek pH tal, preobilica [npr. dušik] ali pomankanje [npr. molibden] hranil v tleh, nizka kationsko izmenjevalna kapaciteta koloidov v tleh zaradi specifične teksture ali neprimerne obdelave tal, itd.) in biološkega vidika (npr. prisotnost konkurenčnih mikroorganizmov z slabšo sposobnostjo fiksacije dušika). Drug problem predlagane rešitve je tudi dodatno delo pred setvijo, ki ga morajo opraviti pridelovalci, če želijo sveže inokulirati seme. Namreč pri inokulaciji je treba seme premešati z inokulantom, kar je mogoče strojno (npr. v mešalcih) ali tudi ročno. Vseeno pa tako mešanje predstavlja dodatno delo in porabo časa, ki ga v času setve vedno primanjkuje. Poleg tega je potrebno paziti, da se sveža inokulacija dejansko izvede tik pred setvijo, in ne »na zalogo« nekaj dni pred setvijo, ker lahko v tem primeru inokulant propade. Tudi nakup inokulanta predstavlja dodaten strošek za pridelovalce, ki v primeru, da ne bodo videli prednosti, tega ukrepa ne bodo izvajali.

č) koristi predlaganih rešitev za kmetijsko gospodarstvo, kot npr. finančne ali ekonomske koristi predlaganih rešitev za kmetijsko gospodarstvo,

Glavna korist pri uporabi svežega inokulanta pred setvijo je predvsem zagotovilo, da se bodo na koreninah soje pojavili noduli z bakterijami, v katerih bo potekala fiksacija zračnega dušika in bo na ta način soja sama prišla do dušika, ki ga potrebuje za rast. Posledično to pomeni, da se lahko gnojenje soje z dušikom zmanjša ali celo povsem opusti ob nezmanjšanem oz. povečanem pridelku zrnja. Velik pridelek zrnja pa je osnova za ekonomsko upravičenost takega ukrepa in tudi za pridelave soje. Tudi zmanjšana potreba po gnojenju z dušikom predstavlja veliko prednost v pridelavi v primerjavi z drugimi poljščinami (npr. s koruzo in pšenico), kjer brez gnojenja z dušikom ni mogoče pričakovati visokih pridelkov. Uspešna vzpostavitev simbioze med bakterijami in koreninami soje lahko privede tudi do povečane vsebnosti beljakovin v zrnju, kar lahko poveča odkupno ceno takega zrnja na račun izboljšane kakovosti zrnja.

d) vplivi predlaganih rešitev na okolje

Predlagana rešitev dodatne inokulacije semena soje pred setvijo nima nobenih negativnih vplivov na okolje. Simbiotske bakterije (*Bradyrhizobium japonicum*) sicer v Sloveniji niso endogeni (domorodni) mikroorganizmi, vendar pa so drugod po svetu to naravno prisotni mikroorganizmi v tleh in za okolje povsem neškodljivi, zato njihovo sproščanje ne predstavlja nobenega tveganja. Poleg tega brez

ustreznega gostitelja, ki je zato vrsto bakterij samo soja, v naravi ne preživijo daljšega obdobja. Zelo pozitiven vpliv predlaganega ukrepa na okolje pa je v možnosti za zmanjšano ali opuščeno gnojenje soje z dušičnimi gnojili, kar nekateri pridelovalci že izkoriščajo v praksi v pridelavi soje. Nitrat v dušičnih gnojilih je zelo dobro topen v vodi in se zaradi tega izredno hitro izpira v podtalje in tako onesnažuje vodne vire. Sploh v začetnih fenoloških fazah razvoja soje, ko rastline porabijo malo dušika, je dodajanje dušika (npr. ob setvi) lahko problematično iz okoljskega vidika. S tem, ko zagotovimo prisotnost živega inokulanta na površini semena, lahko pričakujemo uspešno tvorbo nodulov in tako vzpostavitev simbioze med koreninami rastline in bakterijami, kar zmanjša potrebe po dodajanju zunanjega dušika z dognojevanjem in tako možnosti izgub z izpiranjem.

e) sklepi ter priporočila

Soja v simbiozi z bakterijami *Rhizobium japonicum* in *Bradyrhizobium japonicum* veže zračni dušik. V naših tleh teh bakterij ni, zato je potrebno sejati seme, ki ima pred setvijo na površino nanešeno živo kulturo simbiotskih bakterij. Količina dušika pridobljena iz zraka v tleh ob koreninah soje znaša do 120 kg/ha/leto. Ob povprečnem pridelke soje okoli 3 t/ha se je v naših demonstracijskih poljskih poskusih v letih 2019–2021 pokazalo, da je dodatno inokuliranje semena pred setvijo smiseln ukrep, saj lahko na ta način dosežemo povečanje pridelka soje tudi do 11,3 %. Sveža inokulacija semena soje pred setvijo je temelj uspešne simbioze med rastlinami in bakterijami, če so ugodne tudi okoljske razmere, kot so pH tal, tekstura in založenost tal s hranili.

f) Slikovno gradivo

Pridelava zrnatih stročnic



»Pridelava zrnatih stročnic« vsebinsko pokriva prvi člen v verigi, ostale vsebine bosta dopolnili publikaciji »Zrnate stročnice v prehrani« in »Zrnate stročnice v prehrani rejnih živali«.

Urednika: Manfred Jakop, Silva Grobelnik Mlakar
Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede

Povezava do knjige: <https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/143>

EIP Zrnate stročnice – pridelava, predelava in uporaba **Podukrep: Razvoj novih proizvodov, praks, procesov in tehnologij**

Analiza izvedljivosti prenosa novih ali izboljšanih proizvodov, **praks, procesov in tehnologij v prakso**

Medvrstne razdalje v pridelavi soje

dr. Marko Flajšman*, Miha Slapnik*, dr. Darja Kocjan Ačko*

*Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta

Predstavitve problema

Pri soji razlikujemo tri oblike rasti: determinantno, poldeterminantno in nedeterminantno rast. Prva oblika je primerna za setev na ožje medvrstne razdalje, saj gre za sorte z omejeno in manj bujno rastjo. Drugi dve obliki pa sta primerni za širše medvrstne razdalje, saj imajo sorte neomejeno rast. Medvrstna razdalja vpliva na rast in razvoj rastlin soje, na pridelek ter na kemično sestavo zrnja zaradi sprememb pri prestrezanju svetlobe, evapotranspiraciji in prevzemanju vlage. Lastnosti morfologije neke sorte so za normalen razvoj posevka zaradi tekmovanja med rastlinami za prostor, hranila, vodo in svetlobo ključnega pomena pri izbiri medvrstne razdalje. Glede na lastnosti posamezne sorte je potrebno izbrati primerno medvrstno razdaljo za doseganje največjih pridelkov. Različni avtorji poročajo o povečanju pridelkov zrnja soje z izbiro manjše medvrstne razdalje (12,5 cm ali 25 cm) v primerjavi z večjo – do 50 cm, ki se je za večino sort v EU izkazala kot manj primerna ali celo problematična zaradi potrebe po okopavanju. Idealno bi bilo, da bi za vsako sorto soje, ki se

prideluje pri nas, določili optimalno medvrstno razdaljo v slovenskih pedo-klimatskih razmerah, ki bi omogočala najvišje pridelke semena.

Opis predlaganih rešitev

Optimalno medvrstno razdaljo za neko sorto je mogoče določiti z večletnim preizkušanjem, in sicer se v poljskih poskusih uporabi več različnih medvrstnih razdalj in nato ugotavlja, katera je najbolj primerna za doseganje visokih pridelkov zrnja soje. Izbiro medvrstne razdalje prilagodimo morfološkemu videzu izbrane sorte, namenu rabe (za zelinje, zrnje), tipu tal in tehniki zatiranja plevelov ter vrsti sejalnice. V Sloveniji se v praksi pri pridelavi soje uporabljajo različne medvrstne razdalje, najpogosteje 12,5 cm, 25 cm in 37,5 cm, pri čemer se za setev uporablja žitna sejalnica za strnjeno setev. V naših poskusih smo uporabili eno izmed v preteklih letih najbolj razširjenih sort soje v Sloveniji ES Mentor in jo v treh letih gojili na treh različnih medvrstnih razdaljah pri isti gostoti setve. Z rezultati smo ugotovili, da je najožja medvrstna razdalja 12,5 cm najbolj primerna za doseganje visokih pridelkov zrnja sorte ES Mentor.

m) povzetek analize izvedljivosti

- za optimalno pridelavo in velik pridelek soje je potrebno upoštevati sorto in zanjo optimalne agrotehnične postopke in ukrepe, med katerimi je zelo pomembna izbira primerne medvrstne razdalje pri setvi
- uporaba primerne medvrstne razdalje v pridelavi soje je ukrep, ki vpliva na tekmovanje med rastlinami za prostor, hranila, vodo in svetlobo. Ugodno razmerje med naštetimi parametri vpliva na velikost pridelka zrnja, zato lahko z izbiro določeni sorti ustrezne medvrstne razdalje vplivamo na velik pridelek zrnja
- v triletnih poljskih poskusih smo testirali uporabo treh medvrstnih razdalj (12,5 cm, 25 cm in 37,5 cm) pri isti gostoti setve sorte ES Mentor in spremljali vpliv na pridelek zrnja ter nekatere druge agronomske lastnosti soje
- za poldeterminantne in zgodnje (00) sorte soje, kot je na primer sorta ES Mentor, je pri setvi najbolj smiselno uporabiti ožjo medvrstno razdaljo 12,5 cm, saj bomo na ta način dosegli največji pridelek zrnja soje
- največji povprečni pridelek smo določili pri najožji medvrstni razdalji (12,5 cm), in sicer 14,4 % več kot pri medvrstni razdalji 37,5 cm in 7 % več kot pri medvrstni razdalji 25 cm

n) ocena izvedljivosti prenosa predlaganih rešitev v prakso

Izvedljivost predlagane rešitve v praksi je zelo enostavna, saj morajo pridelovalci ob setvi sejalnico nastaviti na neko medvrstno razdaljo ne glede na to, kakšna so priporočila semenarske hiše oz. kakšne izkušnje s pridelave soje imajo. V Sloveniji se v praksi pri pridelavi soje uporabljajo različne medvrstne razdalje, najpogosteje 12,5 cm, 25 cm in 37,5 cm, pri čemer se za setev uporablja žitna sejalnica za strnjeno setev. Naši poskusi si pokazali, da je za poldeterminantne in zgodnje (00) sorte soje, kot je na primer sorta ES Mentor, najbolj smiselno uporabiti ožjo medvrstno razdaljo 12,5 cm, saj bomo na ta način dosegli največji pridelek zrnja soje. Iz tega priporočila sledi, da lahko pridelovalci upoštevajo naš nasveti in ob setvi uporabijo predlagano medvrstno razdaljo.

o) problemi, posebnosti pri prenosu predlaganih rešitev v prakso

Glede prenosa predlagane rešitve uporabe medvrstne razdalje pri sortah, ki so podobne sorti ES Mentor, ni pričakovati nobenih problemov in posebnosti, saj so naši rezultati nedvoumno pokazali zelo dober vpliv najožje medvrstne razdalje na pridelek zrnja. Prednost predlagane rešitve je tudi v tem, da je medvrstna razdalja 12,5 cm že avtomatično nastavljena medvrstna razdalja pri žitnih sejalnicah, s katerimi se soja s Sloveniji v praksi največ tudi seje. Tako pridelovalcem ni potrebno nadgrajevati ali dodelovati svojih žitih sejalnic, prav tako ob setvi ni potrebno zapirati sejalnih cevi.

Kot rečeno, smo v naših poskusih uporabili sorto ES Mentor, ki je poldeterminantna in zgodnja (zrelostna skupina 00). Nismo pa uporabili še drugih sort z drugačnimi lastnostmi. Zato je potrebno naše nasvete upoštevati za sorte, ki so po izgledu, zrelostni skupini in habitusu podobne sorti ES Mentor. Za razširitev rešitev glede uporabe medvrstne razdalje pri prenosu v prakso bi bilo potrebno razširiti nabor sort v poljskih poskusih, s katerimi bi pokrili širši spekter sort, ki so na voljo na tržišču.

č) koristi predlaganih rešitev za kmetijsko gospodarstvo, kot npr. finančne ali ekonomske koristi predlaganih rešitev za kmetijsko gospodarstvo,

Izbira optimalne medvrstne razdalje se kaže v optimalni izrabi ravnega prostora in ravnih virov (hranila in voda). To vodi k približevanju doseganja potenciala neke sorte v smislu doseganja najvišjih pridelkov. Samo visoki pridelki pa lahko vodijo k ekonomsko upravičeni pridelavi soje. To so tudi na koncu finančne koristi, ki jih bodo pridelovalci imeli zaradi upoštevanja predlaganih rešitev tega projekta iz vidika uporabe optimalne medvrstne razdalje v pridelavi soje.

d) vplivi predlaganih rešitev na okolje

Predlagana rešitev uporabe ožje medvrstne razdalje neposrednih učinkov na okolje nima. Ima pa posredne pozitivne učinke na okolje, saj z visokimi pridelki odvezemo tudi visoke količine hranil iz tal in v primeru soje, ki je velik porabnik dušika, ob uporabi optimalne medvrstne razdalje iz tal odvezemo tudi večje količine dušika, ki bi se sicer izprale v podtalje. Čeprav je soja metuljnica, ki si je sposobna v simbiozi z bakterijami *Bradyrhizobium japonicum* sama zagotoviti zadostne količine dušika in uspešno raste tudi brez dognojevanja z dušikom, pa v tleh ob ugodnih pogojih poteka mineralizacija organske snovi, kjer se sprošča rastlinam dostopni dušik in če ga rastline ne porabijo, se izpere v globlje plasti tal in tudi v podtalne vode.

e) sklepi ter priporočila

Izbira ustrezne medvrstne razdalje je pomemben agrotehnični ukrep v pridelavi soje, saj vpliva na porazdelitev rastlin v prostoru in s tem na porabo hranil in vode ter na izpostavljenost listov svetlobi. Za sorte, ki so po zrelostnem razredu (00), načinu rasti (poldeterminantne) in habitusu podobne sorti ES Mentor, priporočamo uporabo ozke medvrstne razdalje 12,5 cm, saj lahko v tem primeru pričakujemo največji pridelek zrnja.

f) Slikovno gradivo

Pridelava zrnatih stročnic



»Pridelava zrnatih stročnic« vsebinsko pokriva prvi člen v verigi, ostale vsebine bosta dopolnili publikaciji »Zrnate stročnice v prehrani« in »Zrnate stročnice v prehrani rejnih živali«.

Urednika: Manfred Jakop, Silva Grobelnik Mlakar

Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede

Povezava do knjige: <https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/143>

EIP Zrnate stročnice – pridelava, predelava in uporaba
Podukrep: Razvoj novih proizvodov, praks, procesov in tehnologij

Analiza izvedljivosti prenosa novih ali izboljšanih proizvodov,
praks, procesov in tehnologij v prakso

Pridelava visokega fižola na žičnicah hmelja

Bojan Čremožnik, dr. Barbara Čeh, IHPS

Po podatkih SURS je površina pod fižolom za zrnje v Sloveniji v zadnjih štirih letih enaka, 634 ha. Od tega jih je 70 do 100 ha v žičnicah hmeljišč. Pridelek fižola za zrnje je v Sloveniji glede na leto med 1,4 t/ha in 2,4 t/ha, v EU v zadnjih letih med 1,8 in 2,6 t/ha in v svetu 0,9 t/ha. Največji povprečen pridelek fižola za zrnje imajo v Belgiji (4,3 t/ha). Dosežen pridelek v poskusih Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije (IHPS) je bil v vseh primerih večji (2,7 do 3 t/ha suhe snovi) v primerjavi s slovenskim povprečjem, kar dokazuje smiselnost pridelave visokega fižola za zrnje v žičnicah hmeljišča v premeni.

Predstavitev problema

Pridelava fižola, tako kot drugih stročnic, poveča vsebnost dušika v tleh. Stročnice prispevajo tudi k zmanjšanju emisij amonijaka, vplivajo na izboljšanje sposobnosti zadrževanja vode v tleh, izboljšujejo razpoložljivost hranil in zmanjšujejo vpliv plevelov in škodljivcev. V večjem obsegu fižol za zrnje pridelujemo v žičnicah za hmelj v času premene, to je čas med izkrčitvijo starega in zasaditvijo novega nasada hmelja, saj ima ugoden vpliv na rodovitnost tal – rahlja tla, jih bogati s humusom in dušikom, obenem pa je njegov pridelek med kupci iskan. Fižol sam sebe ne prenaša, zato v premeni lahko pride na isto površino le enkrat.

Simbioza z bakterijami

Pri vseh stročnicah se na koreninah v času rasti lahko oblikujejo majhni gomoljčki (noduli), v katerih so nitrifikacijske bakterije iz rodu *Rhizobium* spp., ki so sposobne vezati dušik iz zraka in predaje le-tega gostiteljski rastlini. Poleg tega ga nekaj ostane po spravilu v tleh; za fižolom od 75 kg do 120 kg na hektar. Simbioze s posamezno vrsto metuljnice so običajno sposobne specifične vrste bakterij. Torej tiste, ki jim je po godu soja, ne sodelujejo s fižolom. V simbiotski odnos s fižolom vstopajo navadno naslednje vrste: *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*, *R. tropici*, *R. mongolense*, *R. gallicum* in *R. etli*. V večini evropskih tal je naravno najštevilnejše zastopana vrsta *R. leguminosarum* bv. *Phaseoli*.

Cilj dela projekta, ki ga vodi IHPS, je izboljšati način pridelave visokega fižola na področju gnojenja, in sicer vpeljati manjše obroke dušika, ki bodo omogočali razvoj simbiotskih bakterij v tleh in obenem enako visoke pridelke ter prikazati pomen inokulacije semena fižola neposredno pred setvijo. S tem kmetje prihranijo za nabavo gnojila, obenem pa varujemo okolje z manjšimi vnosi mineralnega dušikovega gnojila.

Če vključimo v kmetovanje pomoč teh bakterij, lahko prihranimo za gnojilo in vsaj en hod s stroji. Vendar pa moramo s tem ciljem paziti tudi pri drugih agrotehničnih ukrepih. Nikakor fižola ne sejemo v tla s pH pod 5,5, saj bo zaradi prenizkega pH razvoj nitrifikacijskih bakterij onemogočen. Primerna reakcija tal je pH med 6 in 7 in jo je potrebno urediti z apnjenjem najkasneje preteklo jesen, še bolje prej in sicer s pripravki, ki ne vplivajo negativno na simbiotske bakterije, na primer z mletim apnencem.

Na uspešno delovanje nitrifikacijskih bakterij vplivata tudi vlaga in temperatura tal. Optimalna temperatura tal za vzpostavitev in potek simbiotske fiksacije pri fižolu je 25 °C do 30 °C, zaustavi se pri 30 °C do 33 °C. Pomembno vlogo pri vzpostavitvi simbiotskega odnosa imata tudi vsebnost mikroelementov (Mo, Fe, Co) in makroelementov (N, P, K, Ca) v tleh, predvsem vsebnost mineraliziranega dušika. Prevelika vsebnost slednjega zavira ali celo onemogoča razvoj simbioze med fižolom in nitrifikacijskimi bakterijami. Previsoki odmerki dušika lahko obenem povzročijo tudi veliko listne mase in manjši nastavek cvetov. Zato so smiselne meritve Nmin v tleh (lahko hitri talni nitratni in amonijski test), preden se odločimo za odmerek dušika – držimo se gnojilnega nasveta, ki nam ga napišejo v laboratoriju.

Cilj tega dela projekta je tudi nadomestiti polipropilensko vrvico v pridelavi visokega fižola v hmeljiščih z vrvico, narejeno iz polimerov naravnih snovi (koruznega škroba), ki pri kompostiranju

razpade na naravne snovi, ne obremenjuje okolja in se v okolju ne kopiči. S tem je omogočena trajnostna pridelava visokega fižola, ki ne obremenjuje okolja in obenem ne povzroča težav pri kasnejši obdelavi tal, saj se ne kopiči v tleh in problem navijanja vrvice na strojne dele odpade. Torej gre tudi za manjšo porabo časa za kasnejšo obdelavo tal s strani kmetovalca. Pri kompostiranju takšne vrvice razpadejo nazaj na naravne snovi, kot sta CO₂ in voda.

Priprava tal

Glede tal je fižol zelo zahteven. Zelo lahka tla niso primerna za pridelavo, še manj pa težka, mokra in hladna tla. Bolj kot suše se moramo namreč bati zastajanja vode v tleh; ker ima fižol zelo občutljiv koreninski sistem, lahko že tri do štiri dni prekomerne vlage v tleh rastline uniči. Mokra tla mu ne prija tudi zato, ker v njih ni dovolj zraka, ki je nujno potreben za razvoj bakterij – fiksatorjev dušika iz zraka. Zaradi simbioze z bakterijami morajo biti tla vso rastno dobo zračna, zato jih je potrebno pred setvijo dobro pripraviti – jeseni preorati do globine 25 cm, jih spomladi poravnati z vlačo, da zapremo zimsko brazdo. V klasični pridelavi na peščenih, toplih tleh pripravimo tla vsaj 14 dni pred setvijo.

Gnojenje

S pričakovanim pridelkom 2,5 t/ha visokega fižola za zrnje odvezamo iz tal: **90 kg/ha N, 40 kg/ha P₂O₅, 150 kg/ha K₂O, 20 kg/ha MgO in 200 kg/ha CaO**. Da ta odvezem nadomestimo lahko s fosforjevimi in kalijevimi gnojili pognojimo kadarkoli, običajno spomladi pri pripravi tal. Pred setvijo v tla zadelamo tudi od ½ do ¾ celotnega odmerka dušika, medtem ko ostalo količino dodamo v enem ali dveh dognojevanjih (običajno pri višini fižola 15 cm), pri čemer pred tem priporočamo merjenje rastlinam dostopnega nitratnega dušika v tleh (N_{min} ali hitri talni nitratni test).

Pred terminom dognojevanja vzorčimo tla na 20 do 25 mestih ter skupen vzorec skrbno spravimo v vrečko, ga takoj damo v hladilno torbo in ga odnesemo v laboratorij. V skladu s smernicami je letna ciljna vrednost N_{min} 130 kg/ha in najmanjša vsebnost N_{min} v tleh 40 kg/ha N_{min}. Rezultati meritev Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije kažejo, da je lahko v tleh hmeljišč spomladi visoka količina dostopnega dušika, saj so tla v hmeljiščih zelo rodovitna in tudi preskrbljena s hranili. Dušik se v toplih in vlažnih tleh sprošča iz organske snovi, zato so te meritve zelo priporočljive in strokovno pravilne s ciljem varovanja narave in zmanjšanja stroškov pridelave zaradi nepotrebnega dognojevanja.

S poskusi na IHPS smo ugotovili, da bi bilo smiselno dostopni dušik izmeriti tudi že pred gnojenjem ob setvi, saj ga je v tleh v tem času lahko že dovolj in lahko tako opustimo tudi to gnojenje oziroma je lahko odmerek manjši. Če namreč preveč pognojimo z dušikom, se simbioza z nitrifikacijskimi bakterijami prav zaradi tega ne bo razvila.

Setev

Pred setvijo naredimo v žičnici jarke vzdolž njive na medvrstni razdalji 2,4 m do 3 m. Od vrha žičnice do vsakega sadilnega mesta napeljemo vrstico kot pri hmelju – v tla jo utrdimo v jarke na razdaljo v vrsti 50 do 70 cm.

V prvih dneh maja, ko je temperatura tal že blizu 15 °C, seme ročno posejemo. Z motiko tla plitvo odgrnemo, na vsako stran vrvice v kupček posejemo po 3 do 6 semen in seme zagrneto z motiko

Zatiranje plevelov in osipavanje rastlin

Herbicidov pri pridelavi visokega fižola v žičnicah, kakor tudi pri pridelavi hmelja, ne uporabljamo, je pa potrebno približno 4-kratno strojno okopavanje (kultiviranje) medvrstnega prostora. Pleveli namreč tekmujejo za vodo, hranila v tleh, svetlobo in življenjski prostor, pri gosti zapleveljenosti pa so tudi razmere bolj ugodne za razvoj obolenj in razmnožitev škodljivcev oziroma so pleveli njihovi gostitelji. S tem ukrepom pa tudi razbijamo zaskorjenost tal.

Rastline med letom tudi 2- do 3-krat obsipamo z zemljo. S tem ukrepom uničimo plevela v vrstnem prostoru. To izvedemo z posebnim kultivatorjem, ki ima nameščene stranske diske.

Varstvo pred boleznimi in škodljivci

Običajno je potrebno nasad fižola v žičnici enkrat škropiti, in sicer v mesecu avgustu s sistemskim **fungicidom** širokega spektra delovanja.

Vlaga v tleh

Visokega fižola v hmeljiščih ne namakamo, je pa lahko manjši pridelek, če ni dovolj vlage v teh v začetku cvetenja, pri formiranju strokov in tudi v času formiranja zrnja. Za dober pridelek mora biti v tleh vedno na razpolago dovolj vlage (poljska kapaciteta tal za vodo naj bo med 70 % in 90 %). Če bi vlažnost tal padla pod 60 % kapacitete tal za vodo v času cvetenja in pojava (oblikovanja) mladih strokov, bi bilo kljub vsemu smiselno posevek zaliti, da stroki ne odpadejo.

Spravilo

Fižol v septembru in oktobru dozoreva, z njive ga spravljamo konec oktobra na podoben način kot hmelj – s pomočjo traktorja in prikolice ter pridnih delavcev. Rastline pripeljemo na kmetijo, jih narežemo na dolžino približno 1 meter in omlatimo. Skozi mlatilnico moramo stebela spustiti tudi do trikrat, odvisno od tega, kako rado se zrnje osipa. Fižolovko damo kompostirati, najbolje skupaj s hmeljevino, ker je sama fižolovka preveč zračna in se zato hitro osuši, zaradi česar ne dosežemo ustreznih razmer za kompostiranje. Zrnje je potrebno pred prodajo prebrati in očistiti.

a) povzetek analize izvedljivosti

- Na kmetijo smo prenesli znanje o tem, kako izberemo tla za pridelavo visokega fižola, znanje o potrebi po izvedbi vzorčenja tal in analizah tal (N-min) na vsebnost rastlinam dostopnega dušika v tleh pred dognojevanjem, kako se vzame vzorec tal ter strokovno pravilno izvede gnojenje. **Izvedljivost dobra.**
- Na kmetijo smo prenesli znanje glede uporabe nitrifikacijskih bakterij, ki so sposobne vezati dušik iz zraka in predaje le-tega gostiteljski rastlini. **Izvedljivost dobra.**
- Na kmetije smo prenesli znanje o uporabi in kompostiranju vrvice narejeno iz polimerov naravnih snovi (koruznega škroba), ki pri kompostiranju razpade na naravne snovi, ne obremenjuje okolja in se v okolju ne kopiči. **Izvedljivost dobra.**

b) ocena izvedljivosti prenosa predlaganih rešitev v prakso

Izvedljivosti prenosa predlaganih rešitev v prakso je dobra. Vključena kmetija je osvojila preneseno znanje. Vse izkušnje in rezultate poskusa pa smo predstavili tudi širši zainteresirani javnosti.

c) problemi, posebnosti pri prenosu predlaganih rešitev v prakso

Problem pri pridelavi visokega fižola tako v letu 2019 kot v letu 2020 je bil v nizkem pH-ju tal, kar je onemogočilo razvoj nitrifikacijskih bakterij. V letu 2021 so bila izbrana ugodnejša tla glede vrednosti pH, je pa v mesecu avgusta nasad močno prizadela toča, kar je kasneje vplivalo na pridelek.

Problem pri pridelavi fižola je bil tako v letu 2020 kot v letu 2021 v zelo neugodnem vremenu za pridelavo ne samo te poljščine, pač pa tudi poljščin na sploh; sploh leto 2021 je z izjemno mokro pomladjo vplivalo na vznik fižola. Za prakso je to velik problem. Rešitev je, da se seje šele potem, ko se tla odcedijo in so dovolj visoke temperature. Ne glede na to, kdaj pride do tega – bolje je, da je setev kasneje, kot da se seje v premokra ali prehladna tla.

Pri spravilu fižola je treba biti pazljiv, da se lušči v času, ko je to najbolj smiselno, se pravi, da so stroki zadosti zreli, (ne preveč in ne premalo) da ne prihaja do nepotrebnih izgub pridelka. Čas spravila fižola je treba prilagoditi tudi vremenu, tako da fižol spravljamo z njive ob suhem vremenu. Fižola ni priporočljivo spravljati ob vlažnem vremenu, saj je potem potrebno seme dodatno sušiti s čemer pa tvegamo tudi nastanek plesni. Tudi sušenje je faza, pri kateri je treba biti pazljiv, saj je treba paziti na temperaturo sušenja, ki ne sme biti previsoka.

č) koristi predlaganih rešitev za kmetijsko gospodarstvo, kot npr. finančne ali ekonomske koristi predlaganih rešitev za kmetijsko gospodarstvo

Če vključimo v pridelavo visokega fižola nitrifikacijske bakterije, lahko prihranimo za gnojilo in vsaj en hod s stroji.

Če vključimo v pridelavo visokega fižola vrvice narejene iz polimerov naravnih snovi (koruznega škroba), ki pri kompostiranju razpade na naravne snovi, ne obremenjuje okolja in se v okolju ne kopiči. S tem je omogočena trajnostna pridelava visokega fižola, ki ne obremenjuje okolja in obenem ne povzroča težav pri kasnejši obdelavi tal, saj se ne kopiči v tleh in problem navijanja vrvice na strojne dele odpade. Torej gre tudi za manjšo porabo časa za kasnejšo obdelavo tal s strani kmetovalca. Pri kompostiranju takšne vrvice razpadejo nazaj na naravne snovi, kot sta CO₂ in voda.

d) vplivi predlaganih rešitev na okolje

Strokovno utemeljeno gnojenje in uporaba vrvic, ki pri kompostiranju razpade preprečujeta negativne vplive na okolje – podtalnico, zrak in tekoče vode.

e) sklepi ter priporočila

V okviru projekta smo izdali priročnik Pridelava zrnatih stročnic v katerem je zajeta tudi tematika Pridelava visokega fižola v hmeljiščih. Izdelan je bil film z naslovom Tehnologija pridelave visokega fižola v hmeljiščih, ki je dostopen na povezavi <https://www.youtube.com/watch?v=ZHLcqiZ22VE>.

Projekt je bil predstavljen v strokovnem prispevku, objavljenem v Agriculture & Food 2021. S prispevkom »High bean production in Slovenian hop fields« sta dr. Barbara Čeh in Bojan Čremožnik predstavila rezultate projekta širši javnosti. Prispevek v angleškem jeziku je dosegljiv na spletnih straneh [International Scientific Publications](https://www.scientific-publications.net/en/article/1002146/) (<https://www.scientific-publications.net/en/article/1002146/>).

Poleg tega je bil projekt predstavljen tudi na različnih televizijah in radijskih postajah, vsi prispevki so objavljeni na spletni strani IHPS (<http://www.ihps.si/rastline-tla-in-okolje/eip-visok-fizol-v-hmeljiscih/>).

Na ta način je znanje dostopno vsem zainteresiranim na spletni strani projekta vodilnega partnerja, spletni strani IHPS in je omogočen neposreden prenos v prakso, na kmetije ali za svetovalce oziroma okoljevarstvenike.

Delovni sklop 2: Prehrana živali

**EIP Zrnate stročnice – pridelava, predelava in uporaba
Podukrep: Razvoj novih proizvodov, praks, procesov in tehnologij**

**Analiza izvedljivosti prenosa novih ali izboljšanih proizvodov,
praks, procesov in tehnologij v prakso**

**Toplotna obdelava soje in uporaba zrnatih stročnic v prehrani rejnih živali
Doc. dr. Tamara Korošec, dr. Jože Verbič*, dr. Viktor Jejčič*,
*Kmetijski inštitut Slovenije**

Predstavitve problema

Zrnate stročnice so pomemben vir beljakovin za rejne živali. Med njimi je tako v količinskem kot v kakovostnem pogledu najpomembnejša soja. Pred drugimi zrnatimi stročnicami prednjači zaradi večje vsebnosti surovih beljakovin kot tudi zaradi boljše aminokislinske sestave. Vsebuje namreč največ esencialnih aminokislin, kot so lizin, metionin, cistein, treonin in triptofan. Pri neprežvekovalcih je to še posebej pomembno, saj soja v krmnih mešanicah nadomešča beljakovine živalskega izvora, ki so pri vsejeh vrstah beljakovinsko krmilo prvega izbora, vendar jih po pojavu bovine spongiformne encefalopatije (BSE oziroma t. i. »bolezni norih krav«) v zadnjih dvajsetih letih v prehrano rejnih živali nismo mogli vključevati (razen izjem). Zaradi velike vsebnosti beljakovin v krmi s travinja je pomen zrnatih stročnic pri reji prežvekovalcev manjši kot pri neprežvekovalcih. Zaradi povečevanja intenzivnosti in zaradi spremenjenih načinov reje pa se tudi pri njih potrebe po beljakovinskih krmilih povečujejo.

Slovenija, kot tudi celotna Evropa je odvisna o beljakovinskih krmil iz uvoza iz čezoceanskih držav. Za povečanje samooskrbnosti in s tem povečanje varnosti pri preskrbi ter zmanjšanju ogljičnega odtisa, bi morali povečati lokalno pridelavo zrnatih stročnic in njihovo lokalno porabo. Da bi to lahko uspešno uvedli, bi morali pri uporabi stročnic rešiti predvsem delno razmastitev in toplotno obdelavo soje. To je možno storiti z razširitvijo manjših naprav za stiskanje in toplotno obdelavo na kmetiji ali manjšem lokalnem območju (stiskalnice, ekstruderji, pražilniki). V sklopu projekta je bil cilj optimirati stiskalnico za sojino olje, kjer bi dosegli temperature, s katerimi bi sojo primerno obdelali za uporabo pogač v prehrani neprežvekovalcev in visokoproduktivnih molznic in pripraviti priporočila za krmljenje zrnatih stročnic prašičem, perutnini in govedu. Zaznali smo da je v praksi premalo dostopnega praktičnega znanja o uporabi doma pridelanih stročnic v obrokih rejnih živali.

Opis predlaganih rešitev

p) Povzetek analize izvedljivosti

Ob pripravi projekta smo opravili analizo stanja, identificirali potrebe in določili cilje. Odločili smo se, da bi bilo najprimerneje:

1. določiti parametre in hitre metode za določanje optimalne toplotne obdelanosti soje/sojinih pogač;
2. prenesti na kmetije dovolj znanja, da bi jim olajšali vključevanje soje, sojinih pogač in drugih stročnic v obroke prežvekovalcev in neprežvekovalcev ter tako povečali možnosti za pridelavo in uporabo lokalno pridelane beljakovinske krme (nabor primerov uravnoteženih obrokov).

K1

Metodo za določanje indeksa topnosti (disperzibilnosti) beljakovin (PDI), ki smo jo razvili v drugem šestmesečju izvajanja projekta, smo uporabili za oceno primernosti toplotne obdelave vzorcev iz poskusnega stiskanja in za oceno primernosti toplotne obdelanosti sojinih pogač/sojinega zrnja s kmetij. Indeks topnosti beljakovin pove, koliko beljakovin med intenzivnim mešanjem vzorca v vodi preide v vodo. Za surovo sojo so značilne vrednosti od 70 do 80 %, ciljne vrednosti za prežvekovalce so od 9 do 11 %. Vrednosti od 11 do 14 % so mejne, vrednosti nad 14 % pa kažejo, da toplotna obdelava ni bila dovolj učinkovita, da bi lahko pričakovali obsežnejše zmanjšanje razgradljivosti beljakovin v vampu. Ciljna vrednost za Indeks topnosti beljakovin (PDI) pri neprežvekovalcih je 15–30 %.

Ena od posrednih metod za ugotavljanje ustreznosti toplotne obdelave sojinih krmil je tudi ureazni test. Z njim ugotavljamo, v kakšnem obsegu se je med toplotno obdelavo v krmilu zmanjšala aktivnost encima ureaze. Predpostavljamo torej, da če je bila toplotna obdelava učinkovita pri zmanjšanju aktivnosti ureaze, je inaktivirala tudi antinutritivne snovi v soji. Pri ureaznem testu vzorec krmila inkubiramo v raztopini sečnine in spremljamo njeno pH vrednost. Če se aktivnost ureaze zaradi toplotne obdelave zmanjša, se pH raztopine ne spremeni oziroma se le rahlo poveča. Če toplotna obdelava ni uspela, ureaza razgrajuje sečnino do amonijaka in pH vrednost se poveča.

Ureazni test je bil razvit za preverjanje ustreznosti toplotne obdelave soje in sojinih krmil za neprežvekovalce. Priporočene vrednosti za aktivnost ureaze so manj kot 0,1 enote pH vrednosti. Kasneje so začeli ureazni test uporabljati tudi za določanje ustreznosti toplotne obdelave za prežvekovalce. Na podlagi povezav med Indeksom topnosti beljakovin (PDI) in rezultati ureaznega testa je mogoče sklepati, da so tudi sojina krmila za prežvekovalce primerno toplotno obdelana, če se pH vrednost ne poveča za več kot za 0,1 enote.

Oba testa sta se v projektu izkazala za primerna za testiranje učinkovitosti toplotne obdelave sojinega zrna/pogač na nivoju kmetijskega gospodarstva. Pri nekaterih strojih za toploto obdelavo, uporabniki od proizvajalcev že dobijo reagente za sprotno preverjanje ustreznosti toplotne obdelave na podlagi preizkušenih testov.

Prvi rezultati analiz pogač, ki smo jih pridobili pri različnih nastavitvah temperature glave prototipa naprave za pridobivanje olja in za toplotno obdelavo sojinih pogač so pokazali, da z napravo ni bilo mogoče doseči primerne toplotne obdelanosti za uporabo pogač v prehrani neprežvekovalcev in da pri toplotni obdelavi med stiskanjem tudi ni mogoče pričakovati izboljšanja beljakovinske vrednosti pogač za prežvekovalce. Potekalo je tudi eksperimentalno delo s prototipom bobnastega stroja za naknadno termično obdelavo (praženje) pogač ali zrnja soje. Pri stiskanju smo ugotovili, da vlažnost zrnja pomembno vpliva na uspešnost termične obdelave. Topnost beljakovin sojinega zrnja, ki smo ga pred obdelavo namočili v vodo, je bila za 40 % (absolutno) manjša kot pri zrnju, ki ga pred obdelavo nismo namočili. Učinek drugih dejavnikov na PDI je bil manjši. Mletje zrnja pred toplotno obdelavo je PDI povečalo za 5 %, trajanje obdelave (3 proti 4 h) je PDI zmanjšalo za 4 %, zmanjšanje števila obratov bobnastega stroja pa je povečalo PDI za 3 %. Pri analizi vzorcev soje, ki je bila takoj po žetvi obdelana z visoko zmogljivim strojem za praženje, smo ugotovili, da vzorec ustreza zahtevam za krmljenje neprežvekovalcev, izkazuje pa tudi posebno kakovost beljakovin za prežvekovalce (PDI 9,1 %, ureazna aktivnost dpH 0,00). Preučevali smo tudi možnosti izboljšanih postopkov ekstrudiranja soje v kombinaciji ekstruderja z mehansko stiskalnico. Gre za sklop opreme, pri kateri se je v predhodnih testiranjih pokazalo, da obdelava soje z ekstruderjem pri 115 °C in naknadno stiskanje neohlajene mase zagotovi ustrezno toplotno obdelanost pogač za neprežvekovalce, ne uspe pa izboljšati beljakovinske vrednosti pogač za prežvekovalce. Ugotovili smo, da se s povečevanjem temperature na ekstruderju učinkovitost stiskanja olja povečuje do temperature 120 °C. S povečevanjem do največje temperature, ki jo je bilo mogoče doseči (134 °C) sta se aktivnost ureaze in indeks topnosti beljakovin (0,21 in 15,2 %) približala ciljnim vrednostim za prežvekovalce (<0,1 in 9-11 %). Ugotovili smo, da je omenjen učinek dosežen na ekstruderju in da se med nadaljnjim stiskanjem tople mase po standardnem postopku indeks topnosti ne spreminja več. Dodaten učinek toplotne obdelave je mogoče doseči z upočasnitvijo pretoka mase skozi stiskalnico, kjer pride zaradi povečanega tlaka do dodatnega segrevanja. Precej učinkovit in stroškovno zanimiv postopek za izboljšanje toplotne obdelanosti sojinih pogač je počasno ohlajanje po ekstrudiranju in stiskanju. Zaradi dobrih izolativnih sposobnosti, smo uspeli temperaturo pogač brez dodatnega dogrevanja zadržati nad 80 °C več kot 6 ur. Med tem se je indeks topnosti zmanjšal od 15,2 na 10,0 %, kar je dovolj za pričakovan učinek izboljšanja beljakovinske vrednosti pogač za prežvekovalce.

K2

Pri vključevanju zrnatih stročnic v prehrano prežvekovalcev smo pripravili enačbe za oceno dinamike in obsega razgrajevanja beljakovin toplotno obdelanega sojinega zrnja in toplotno neobdelanih sojinih pogač v vampu. Enačbe smo vstavili v spletni program za računanje krmnih obrokov za krave molznice (KOKRA) in goveje pitance (KOPIT). Z omenjenima programoma smo izračunali 80 primerov krmnih obrokov za molznice in 40 primerov obrokov za goveje pitance. Gre za obroke z različno kakovostjo voluminozne krme, ki vključujejo toplotno obdelano in neobdelano polnomastno sojino

zrnje ter toplotno obdelane in neobdelane sojine pogače. Pripravili smo tudi primere sestave domačih krmnih mešanic, ki vključujejo omenjena krmila.

Pri neprežvekovalcih smo pripravili pregled možnosti za vključevanje različnih zrnatih stročnic v obroke za prašiče in perutnino. Zbrali smo osnovne informacije o sestavi in energijski vrednosti različnih beljakovinskih krmil in pripravili pregled največjih priporočenih količin posameznih krmil v obrokih za različne kategorije prašičev, za nesnice in za pitovne piščance. Pripravili smo primere popolnih krmnih mešanic za breje svinje, doječe svinje, prašiče pitance različnih kategorij, piščance v pitanju in kokoši nesnice, ki vsebujejo različne stročnice oz. njihove proizvode. Ker stročnice ne vsebujejo popolnega razmerja aminokislin kot bi ga vsejede živali potrebovale, v praksi primanjkljaj žveplo vsebujočih aminokislin v nekaterih stročnicah dopolnujemo z oljnicami (sončnice, ogrščica, buče...) in njihovimi proizvodi. V konvencionalnih rejah pa se kmetje lahko poslužujejo tudi mineralno-vitaminskih dodatkov, ki vsebujejo sintetične aminokislino.

Vse primere obrokov z razlagami, ki so rešitev na pomanjkanje znanja in informacij pri praktičnem vključevanju zrnatih stročnic v obroke rejnih živali, smo tekom projekta že prenašali na živinorejske kmetije (prenosi znanj), na koncu pa jih zbrali v strokovni monografiji ([Zrnate stročnice v prehrani rejnih živali](#)) in jih tako dali na razpolago vsem potencialnim uporabnikom. Nekatere posebnosti krmljenja zrnatih stročnic rejnim živalim pa so bile predstavljene v kratkem video filmu.

Rezultati projekta so v času izvajanja prispevali k naslednjim praktičnim rešitvam:

- Na partnerski kmetiji, ki je ob začetku izvajanja projekta že imela ekstruder, smo preverili kakovost toplotno obdelane ekstrudirane soje. Ugotovili smo, da je bila v njihovem primeru soja primerno toplotno obdelana za krmljenje neprežvekovalcev, ni pa dosegala posebne kakovosti, ki jo terjajo molznice z zelo velikimi mlečnostmi in pitanci z zelo hitro rastjo. Pri preskušanju smo našli rešitev za izboljšanje delovanja ekstruderja.
- Na partnerske kmetije in tudi druge, ki so se udeležile različnih diseminacij, smo prenesli znanje o obstoječih hitrih metodah testiranja učinkovitosti toplotne obdelave. Večina udeležencev usposabljanj ni vedela, da obstajajo hitre metode testiranja, niti ni vedela, da bi bilo potrebno preverjati ustreznost toplotne obdelave.
- pripravili smo nabor rešitev za optimalno toplotno obdelavo sojinega zrnja in pogač

q) Ocena izvedljivosti prenosa predlaganih rešitev v prakso

Prenos predlaganih rešitev na partnerski kmetiji Kure, kjer smo izvedli analize pogač in predlagali spremembe pri predelavi soje z ekstruderjem je bil uspešen, saj kmetija sedaj izvaja izboljšane postopke. Znanja o priporočeni toplotni obdelavi (načini, primerne temperature), ki smo jih predajali naprej v fazi diseminacije so prav tako že prešla v prakso nekaterih kmetij, ki so se srečanj prenosa znanja udeleževale ali so s pridobljenim znanjem do njih pristopali svetovalci. Veliko pričakujemo od strokovne monografije, ki smo jo objavili ob izteku projekta. Predlogi uporabe zrnatih stročnic v prehrani živali in načini toplotne obdelave, ko so predstavljeni v monografiji, bodo svoj učinek pokazali šele v prihodnosti. Dobivamo pa že povratne informacije s terena, da kmetje že začinjajo uporabljati predlagane rešitve, nekateri nas tudi osebno pokličejo za dodatne razlage. Z namenom ugotavljanja primerne toplotne obdelanosti smo nekaj analiz toplotno obdelane soje in drugih zrnatih stročnic opravili tudi za kmetije, ki v projektu niso sodelovale.

r) Problemi, posebnosti pri prenosu predlaganih rešitev v prakso

Pri predlogu obrokov za neprežvekovalce vidimo največji problem vključevanja zrnatih stročnic še vedno pri pomanjkanju naprav za lokalno toplotno obdelavo soje. Pridelovanje soje v porastu, zanimanje za pridelavo se povečuje (v prihodnje bo tudi podprto s strani nove SKP), vendar brez lokalno pozicioniranih naprav za toplotno obdelavo ne bomo dosegli cilja uporabe lokalno pridelane soje na sami kmetiji oz. v njeni bližini. Pri drugih vrstah stročnic pa je morda pri njihovi

uporabi še največji zadržek nepoznavanje tehnologij pridelave (krmni bob, volčji bob) in pomanjkanje sušilnic in primernih skladiščnih prostorov za ohranitev dobre hranilne vrednosti in zaščito pred škodljivci (na primer pred graharjem).

Na področju krmljenja soje prežvekovalcem je pomanjkanje naprav za toplotno obdelave soje manj problematično, saj je pri njih pomembnejša ekstrakcija olja, teh naprav pa je na kmetijah več.

č) Koristi predlaganih rešitev za kmetijsko gospodarstvo, kot npr. finančne ali ekonomske koristi predlaganih rešitev za kmetijsko gospodarstvo

Določanje primerne toplotne obdelave soje s hitrimi metodami (PDI, ureazni test) ima za kmetijo veliko korist, saj ob premalo toplotno obdelani soji/sojinih pogačah, neprežvekovalci zaradi tripsinskih inhibitorjev ne morejo izkoristiti beljakovin, obremenjeni/pretirano aktivni pa so tudi določeni organi in fiziološki procesi (na primer pankreas). Omenjeno zmanjšuje dobrobit živali, rejcu pa povzroča ekonomsko škodo. Podobno je neprimerno, če je temperaturna obdelava preintenzivna, saj nastanejo produkti Maillardove reakcije, ki so za žival slabše prebavljivi. Pri prežvekovalcih pa nam te metode pomagajo ugotoviti ali je toplotno obdelana soja primerna z vidika izboljšanje oskrbljenosti živali z v vampu nerazgradljivimi beljakovinami.

Uravnoteženost obrokov glede na potrebe posameznih živalskih vrst je izrednega pomena za uspešno in konkurenčno rejo. V Sloveniji se v praksi pogosto srečujemo s težavo neuravnoteženih obrokov (običajno vsebujejo obroki preveč energije in premalo beljakovin), kar ima za posledico manj kakovostne končne proizvode (na primer manjša mesnatost, večja zamaščenost) ali celo živalim povzroča presnovne motnje, ki vplivajo na normalno delovanje celotnega organizma in s tem na zdravje. Rezultati projekta bodo prispevali k manjši odvisnosti kmetij od nakupa oljnih tropin na trgu. Zmanjšano je tudi tveganje zaradi motenj na trgu, ki ga povzročajo različni dejavniki, nazadnje vojna v Ukrajini.

d) Vplivi predlaganih rešitev na okolje

Kot smo že omenili, predlagane rešitve oblikovanja uravnoteženih obrokov s stročnicami dajejo možnost večje uporabe in s tem tudi pridelave stročnic. S stališča pridelave to pomeni vključevanje zelo ugodnega člana v njivski kolobar, saj metuljnice vežejo dušik iz zraka, s tem pa zmanjšujejo potrebe po gnojenju z dušičnimi gnojili in emisije toplogrednega didušikovega oksida. Drugi ugodni vpliv na okolje je vezan na povečano samooskrbnost in s tem manjšo potrebo po uvozu in izvozu beljakovinskih krmil. Čeprav nam beljakovinskih krmil v Sloveniji primanjkuje, se je soja, ki se je pridelala v Sloveniji, običajno izvažala v sosednje države (predvsem Avstrijo), mi smo pa uvažali sojine tropine iz tujine. Z lokalno uporabo, bi bilo tega transporta manj, kar bi vplivalo na zmanjšanje ogljičnega odtisa mesa, mleka in jajc. Na svetovnem trgu je veliko sojinih tropin iz območij, ki so izpostavljena intenzivni deforestaciji in z njo povezanimi emisijami toplogrednih plinov z naslova rabe in spremembe rabe zemljišč (LULUCF). Zmanjšanje povpraševanja po tej soji je ugodno z vidika blaženja podnebnih sprememb. K blaženju podnebnih sprememb prispevajo prek zmanjšanja izločanja dušika tudi predlagani krmni obroki za prašiče, perutnino in govedo. Uravnoteženi obroki so pomembni tudi z vidika varovanja voda in zmanjševanja emisij onesnažil zraka, predvsem amonijaka.

e) Sklepi ter priporočila

Glede na vse informacije in znanja pridobljena v projektu priporočamo:

- da se na državni ravni podprejo investicije v manjše lokalne enote za toplotno obdelavo soje oz. predelavo stročnic v širšem pomenu,
- pridelava in uporaba lokalno pridelane soje pri neprežvekovalcih ima v Sloveniji velik potencial, če bo omogočena lokalna toplotna obdelava (sploh ekološki sektor in shema brez GSO),
- pri odraslih prežvekovalcih je v omejenih količinah možna uporaba toplotno neobdelane polnomastne soje, za vključevanje večjih količin je smiselno iz soje iztisniti olje,

- kmetje in svetovalci imajo z objavo strokovne monografije olajšano vključevanje lokalno pridelanih stročnic v prehrano rejnih živali, kar omogoča tudi uporabo manj poznanih stročnic, ki jih pridelujemo v manjšem obsegu (krmni bob, volčji bob).

f) Slikovno gradivo

»Zrnate stročnice v prehrani rejnih živali« <https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/665> vsebinsko pokriva uporabo zrnatih stročnic kot beljakovinskega krmila pri rejnih živalih. V njej je zbran tudi slikovni material.



Urednika: Tamara Korošec, Jože Verbič

Povezava do publikacije: <https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/665>

EIP Zrnate stročnice – pridelava, predelava in uporaba
Podukrep: Razvoj novih proizvodov, praks, procesov in tehnologij

Analiza izvedljivosti prenosa novih ali izboljšanih proizvodov,
praks, procesov in tehnologij v prakso

Razvoj naprave za termično obdelavo zrnja soje
dr. Viktor Jejčič, Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko tehniko in energetiko

Predstavitev problema

Termična obdelava zrnja soje je fizikalni proces s katerim omogočimo izvajanje kakovostnega postopka mehanske ekstrakcije olja iz zrnja soje ali doseganja ustreznih lastnosti zrnja soje, ki omogočajo da je po opravljeni termični obdelavi zrnje soje primerno za prehrano živali ter doseganja višje komercialne vrednosti končnega produkta.

Opis predlaganih rešitev

Za izvajanje termične obdelave zrnja soje, kmetije morajo imeti na razpolago naprave, ki so cenovno dostopne, nezahtevne za delo in vzdrževanje, energijsko učinkovite ter z nekaterimi modifikacijami se lahko uporabljajo tudi za druge namene (npr. dosuševanje različnih semen, zelišč, itn.), kar pomeni tudi boljšo ekonomiko uporabe same naprave.

Ob začetku razvoja naprave za termično obdelavo zrnja soje smo z različnimi projektnimi partnerji, širšo strokovno sfero (kmetije, svetovalna služba, raziskovalne in izobraževalne inštitucije, industrija kmetijske procesne tehnike, itn.) ter pregledom strokovno znanstvene literature, opravili poglobljeno analizo potrebnih znanj in procesne tehnike za termično obdelavo, ki so potrebni za kakovostno procesiranje zrnja soje.

Fokus je bil na:

- upoštevanju izhodišč, ki so pomembna za učinkovito termično procesiranje zrnja soje,

- zasnovi primerne naprave za termično obdelavo soje: enostavna konstrukcija, majhne dimenzije in nizka masa, mobilna izvedba (možnost transporta na avtomobilski prikolici), avtomatizacija procesa termične obdelave, nezahtevnost za uporabo in vzdrževanje, robustnost izvedbe, možnost proizvodnje podobnih naprav v majhnih ter lokalnih kovinarskih obratih, optimalno razmerje kakovost/cena, itn.,

- obratovalnim parametrom (poraba energije, spreminjanje števila vrtljajev bobna za termično procesiranje, spreminjanje intenzitete segrevanja zrnja),
- primernost naprave tudi za majhne in srednje velike kmetije,
- z dodatno opremo se lahko termično obdeluje tudi druge kmetijske pridelke (npr. seme, zelišča) zaradi boljše ekonomičnosti,
- v primeru večjega obsega pridelave soje oziroma boljših ekonomskih zmožnosti kmetije se kapaciteta enostavno poveča z dodatno napravo za termično obdelavo soje (baterijski način delovanja), tako da ni potreb po velikih in dragih izvedba naprav oziroma njihovi nadgradnji



Slika 1. Naprava za termično obdelavo zrnja soje, opremljena z rotacijskim bobnom za seme soje (bobnu se lahko brezstopenjsko spreminja število vrtljajev glede zahtev pri termični obdelavi), za termično obdelavo semena soje so namenjeni IR grelci nameščeni radialno po obodu bobna, za praznjenje bobna se uporablja hidravlika (na levi sliki je naprava v poziciji pri praznjenju), celotna naprava je izolirana s pomočjo izolacijskih sendvič plošč iz mineralne (kamnite) volne, s tem se značilno zmanjšajo toplotne izgube (vir: Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko tehniko in energetiko)

Termična obdelava semena soje se uporablja v dveh primerih:

- Termična obdelava in mehanska ekstrakcija s stiskanjem: zrnje se termično obdela, s površja zrnja soje se odstrani ovojnica - lupina, stiskanje soje se opravi s kontinuirano delujočimi stiskalnicami vijačnega tipa
- Termična obdelava: termično obdelano celotno zrnje soje je pridobljeno s segrevanjem zrnja soje na določeni temperaturi

Pri mehanski ekstrakciji semena soje se uporablja stiskanje semena z odstranjeno ovojnico ali tudi s samo ovojnico semena v kontinuiranih stiskalnicah vijačnega tipa. Za odstranitev ovojnice s površja zrnja, soja se pusti stati 24 ur v prostoru, kjer opravljamo stiskanje, preden se začne s postopkom odstranjevanja ovojnice. S tem je omogočena enakomerna razporeditev vlage po zrnju. Toplotno odstranjevanje ovojnice poteka tako da se očiščeno seme soje segreje na temperaturo 60 °C v času pol ure (segrevanje se opravi v napravi, za termično obdelavo semena soje opremljeno z rotacijskim bobnom, ki omogoča enakomerno segrevanje zrnja soje). V začetku segrevanja v napravi se doseže premik vlage na površje zrnja. Tej fazi sledi hitro segrevanje zrnja soje na približno 85 °C, kar pomaga odstraniti 1 do 3 % vlage iz zrnja. V tem postopku se ovojnice – lupine zlomijo in odstranijo od zrnja. Samo zrnje postane krhko in se razdeli v dve polovički. Dodatno se zrnje pred postopkom mehanske ekstrakcije lahko zdrobi s pomočjo valjčnega mlina na več delcev. Pri drobljenju ne smemo ustvariti prašnato strukturo, ker s takim vhodnim materialom ne bo mogoče opraviti kakovostnega stiskanja (material se začne nabirati v stiskalnici in ne gre ven iz stiskalnice). Poleg tega odstranjevanje ovojnic – lupine omogoča da se procesira manjša količina materiala v procesu stiskanja (ovojnica ima 8 % mase od celotne mase semena) ter izboljšana količina beljakovin v obroku. Ovojnice – lupine se

zatem odstranijo na strojih: z vibracijskimi siti, za zračno odpihovanje ali gravitacijsko čiščenje. Poleg tega se na strojih lahko uporablja tudi kombinacija omenjenih postopkov. Termično obdelavo zrnja soje smo opravljali pred vsakim postopkom mehanske ekstrakcije zrnja soje za pridobivanje olja s stiskalnico nove geometrije AIS P 60.

Opisane izkušnje so bile prenesene na praktičnih prenosih znanja, sejmu in v strokovni monografiji Pridelava zrnatih stročnic (izdane ob zaključku projekta EIP Zrnate stročnice — pridelava, predelava in uporaba).



Slika 2. Termični obdelavi zrnja soje sledi postopek mehanske ekstrakcije s stiskalnicami kontinuiranega delovanja - stiskalnice vijačnega tipa, brez termične obdelave zrnja soje ni mogoče opraviti kakovostne mehanske ekstrakcije semena soje, potencialnim uporabnikom so predstavljene prednosti termične obdelave semena soje in njene mehanske ekstrakcije, fotografija stiskalnica z novo geometrijo AIS P 60 je posneta na sejmu Narava zdravje, GR Ljubljana, oktober, 2021, (vir: Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko tehniko in energetiko)

Nova generacija naprave za termično procesiranje soje

s) povzetek analize izvedljivosti

- razvili smo napravo za termično procesiranje zrnja soje, ki je primerna tudi za majhne in srednje velike kmetije
- naprava ima odlično mobilnost zaradi majhne mase in dimenzij
- poraba energije je majhna
- kapaciteto naprave za termične obdelave soje se lahko postopno povečuje na kmetiji (z višanjem obsega pridelave in razpoložljivostjo finančnih sredstev se v termično obdelavo vključi še ena ali dve napravi, odpade potreba po velikih in dragih napravah ali njihovem dodatnem nadgrajevanju)

t) ocena izvedljivosti prenosa predlaganih rešitev v prakso

Naprave za termično obdelavo zrnja soje se bodo razširile v prakso ob naraščanju števila kmetij, ki se bodo ukvarjale s pridelavo soje. Razvita naprava lahko služi kot model za proizvodnjo v manjših ter lokalnih kovinarskih obratih oziroma za domačo industrijo procesne tehnike za kmetijske namene.

u) problemi, posebnosti pri prenosu predlaganih rešitev v prakso

Za manjše kmetije je lahko ovira ne zmožnost financiranja nakupa naprave za termično procesiranje zrnja soje. V prihodnosti bo potrebno opravljati izobraževanje potencialnih uporabnikov za delo z napravami za termično obdelavo in mehansko ekstrakcijo semena soje.

č) koristi predlaganih rešitev za kmetijsko gospodarstvo, kot npr. finančne ali ekonomske koristi predlaganih rešitev za kmetijsko gospodarstvo

Ni potrebe po zunanjih izvajalcih termične obdelave soje (te storitve zahtevajo transportne poti, časovno so zamudne in cenovno tudi drage, kar pomeni manjšo konkurenčnost kmetijske pridelave). Kmetijsko gospodarstvo lahko z napravo za termično obdelavo zrnja soje izvaja samostojno termično obdelavo soje, kot pred fazo pri mehanski ekstrakciji semena soje ali kot samostojno fazo pri izključni termični obdelavi soje.

d) vplivi predlaganih rešitev na okolje

Ni potrebe po zunanjih izvajalcih termične obdelave soje. Storitve pri zunanjih izvajalcih zahtevajo dodatno manipulacijo s semenom in transport do samega izvajalca, kar pomeni tudi višji ogljični odtis končnega produkta – semena soje. Tudi sama naprava je majhen porabnik električne energije. Pogonski elektromotor bobna za termično obdelavo soje je povezan s frekvenčnim pretvornikom za regulacijo števila vrtljajev bobna, kar omogoča manjšo porabo električne energije. Poleg tega električne grelce - IR izvedbe se lahko stopenjsko vklaplja, glede potreb po intenziteti termične obdelave semena soje. Celotna naprava je izolirana s sendvič ploščami iz mineralne volne tako da so izgube toplotne energije zmanjšane na minimum. V primeru da se za delovanje naprave uporablja energija iz obnovljivih virov (zelena električna energija iz npr. fotovoltaičnih naprav, kogeneracije na bioplin, kogeneracije na biogoriva ali del toplotne energije iz kogeneracije na biomaso) dodatno prispevamo k zniževanju ogljičnega odtisa termičnega procesiranja soje.

e) sklepi ter priporočila

Termična obdelava zrnja soje, kot pred faza pri mehanski ekstrakciji semena soje omogoča opravljanje kakovostnega postopka same mehanske ekstrakcije. Kot samostojna faza pa termična obdelava omogoča doseganje ustreznih lastnosti zrnja soje, ki omogočajo da je po opravljeni termični obdelavi zrnje soje primerno za prehrano živali ter doseganja višje komercialne vrednosti končnega produkta. Kmetijsko gospodarstvo lahko z razvito tehnologijo izvaja samostojno termično obdelavo soje, kot predfazo pri mehanski ekstrakciji semena soje ali kot samostojno fazo. Odpadejo potrebe po zunanjih izvajalcih termične obdelave soje (te storitve zahtevajo v večini primerov dodatno manipulacijo, daljše transportne poti, časovno so zamudne in cenovno tudi drage tako da vplivajo na končno ceno pridelave soje, poleg tega povzročajo višji ogljični odtis pridelave soje).

f) Slikovno gradivo

Pridelava zrnatih stročnic



»Pridelava zrnatih stročnic« vsebinsko pokriva prvi člen v verigi, ostale vsebine bosta dopolnili publikaciji »Zrnate stročnice v prehrani« in »Zrnate stročnice v prehrani rejnih živali«.

Urednika: Manfred Jakop, Silva Grobelnik Mlakar
Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede

Povezava do knjige: <https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/143>

Delovni sklop 3: Humana prehrana

EIP Zrnate stročnice – pridelava, predelava in uporaba
Podukrep: Razvoj novih proizvodov, praks, procesov in tehnologij

Analiza izvedljivosti prenosa novih ali izboljšanih proizvodov,
praks, procesov in tehnologij v prakso

Zrnate stročnice v prehrani

prof. dr. Blaž Cigić*, doc. dr. Silva Grobelnik Mlakar**, doc. dr. Darja Kocjan-Ačko*

*Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta

Predstavitev problema

Zrnate stročnice kot so bob, fižol, grah, volčji bob, soja, leča, čičerika in arašid, imajo v prehrani ljudi velik pomen. Stročnice so **dober vir beljakovin**; teh je v zrnju vseh stročnic več kot 20 %, posebej bogat vir sta soja in volčji bob (>30 %). Beljakovine stročnic so **ugodne aminokislinske sestave**; so dober vir lizina, levcina in treonina ter še nekaterih drugih aminokislin, medtem ko večini (izjema je soja, ki vsebuje vse esencialne aminokisliline) primanjkuje triptofan in žveplo-vsebujoči aminokislini, cistein in metionin. Manjkajoče aminokisliline lahko v obroku enostavno pokrijemo z žiti, ki vsebujejo več cisteina in metionina, primanjkuje pa jim lizina in treonina. Tako je obrok, v katerem kombiniramo stročnice z žiti, kakovosten vir beljakovin. Zrnate stročnice so **dober vir kompleksnih ogljikovih hidratov** – prehranskih vlaknin. Z izjemo arašida in soje (30–40 %) vsebujejo stročnice več kot 50 % prehranskih vlaknin. Človek prehranske vlaknine z lastnimi sokovi in encimi ne more dobro prebaviti, zato neprebavljene prispejo v debelo črevo. V zrnih stročnic so prisotne topne in netopne prehranske vlaknine, ki skupaj z rezistentnim škrobom, prispevajo k zdravju črevesja, zmanjšajo glikemično obremenitev obroka (hitrost sproščanja glukoze v kri) in koncentracijo holesterola v krvi ter v splošnem izboljšajo prebavo. Določen del ogljikovih hidratov v stročnicah pa nima samo ugodnih učinkov na naše počutje. To se nanaša predvsem na oligosaharide (molekule podobne sladkorjem) rafinozo, stahiozo in verbaskozo, ki nerazgrajeni pridejo do debelega črevesa, kjer postanejo hrana za bakterije. Bakterije pri tem proizvajajo različne pline (npr. metan), ki prispevajo k dobro znanim učinkom stročnic. Z večkratnim namakanjem, odlivanjem vode pred kuhanjem lahko večji del teh molekul odstranimo in posledično bodo nezaželeni učinki manjši. V povprečju vsebujejo stročnice **malo maščob** (1–10 %), izjema sta soja (20 %) in arašid (skoraj 50 %). V stročnicah prevladujejo **nenasičene maščobne kisline**; oleinska ter esencialni linolna (omega-6) in α -linolenska (omega-3). Na kakovost maščob vpliva tudi razmerje med omega-6 in omega-3 maščobnimi kislinami. Za naše zdravje je zaželeno, da je to razmerje čim manjše, optimalno 5:1 ali še nižje. Pri stročnicah, razen pri soji in arašidu, je razmerje nizko in znaša v povprečju med 0,5:1 in 3:1. Kot rastlinska živila, stročnice **ne vsebujejo holesterola**. Stročnice so **dober vir mineralov**; najbolj bogate so s kalijem, kalcijem, magnezijem, bakrom, fosforjem, manganom, železom, cinkom in selenom. Izkoristljivost mineralov kot sta železo ali kalcij v stročnicah zmanjšujejo nekatere snovi, ki jih prav tako najdemo v zrnih stročnic (fitinska in oksalna kislina). Med vitamini v stročnicah prevladujejo **vitamini B skupine**; tiamin (B1), riboflavin (B2), niacin (B3), piridoksin (B6) in folat (B9). Predvsem so stročnice dober vir slednjega, saj s 150 grami kuhanega zrnja v celoti pokrijemo dnevne potrebe po tem pomembnem vitaminu. Med **bioaktivnimi snovmi** je v zrnju stročnic nekaj takih, ki imajo **na zdravje pozitiven vpliv** (fenolne spojine so odlični antioksidanti, fitosteroli dokazano zmanjšujejo količino t. i. »slabega« LDL holesterola). Za izoflavone, ki jih zaradi do določene mere podobne strukture ženskemu spolnemu hormonu β -estradiolu imenujemo fitoestrogeni, in jih v predvsem v soji najdemo v večjih količinah, so obsežne raziskave pokazale, da nimajo negativnih vplivov na delovanje ščitnice, raven estrogena in testosterona pri obeh spolih, plodnost in število semenčic pri moških ali kakršnihkoli negativnih učinkov na otroke tudi pri vsakodnevem uživanju soje in sojinih izdelkov. Poleg tega vse več študij fitoestrogenom pripisuje celo pozitivne učinke na zdravje, predvsem naj bi ti zmanjšali tveganje za razvoj nekaterih vrst raka, še posebej raka dojke. Med bioaktivnimi snovmi je v stročnicah tudi nekaj takih, ki imajo **negativen vpliv na zdravje**, saj lahko poslabšajo izkoristljivost mineralov, zavirajo delovanje prebavnih encimov, ali so do določene mere celo toksične. Med **prehransko manj zaželenimi ali antinutritivne snovmi** najdemo v zrnju stročnic nekatere **alkaloide, saponine, zaviralce prebavnih encimov, lektine ter fitinsko in oksalno kislino**. Večina teh snovi je termolabilnih, zato je pomembno, da **stročnic ne uživamo surovih**, ampak jih prej ustrezno toplotno pripravimo. Prav tako je s primernimi postopki obdelave, kot so kaljenje, pred kuhanjem namakanje, mletje, fermentacija ali ekstrakcija, mogoče omenjene snovi deloma

odstraniti ali zmanjšati njihovo delovanje. Kljub temu, da jih primarno označujemo kot spojine z negativnim delovanjem, pa vse več študij ugotavlja, da lahko nekatere antinutritivne snovi in v določenih koncentracijah na naše zdravje vplivajo tudi pozitivno.

Za razliko od generacij danes, so bili naši predniki bistveno bolj odvisni od samooskrbe s poljščinami, pridelane stročnice pa so bile tudi pogostejše in v kombinaciji z žiti, na njihovih krožnikih. Z napredkom in višanjem standarda je stročnice v prehrani zamenjalo meso, stročnice pa so postale priloga ali dodatek jedem in precej redkeje kot včasih samostojna jed. Na zastopanost stročnic na jedilniku je v veliki meri vplivala tudi globalizacija. Tako se je v našem okolju pojavila soja, ki je tisočletja glavna prehranska stročnica Kitajske in vzhodne Azije in ima velik potencial ne le kot krma, ampak tudi za uporabo v prehrani ljudi. Globalizacija sveta je približala daljave in omogočila uvoz živil iz drugih delov sveta, kar tudi pomeni, za je za tako imenovane razvite države (tudi za Slovenijo) značilno, da stročnice, ki so bile nekoč v lokalni pridelavi, zdaj uvažamo od drugod, kjer so stroški pridelave nižji. V novejšem času se potrebam po količini pridelkov in izdelkov pridružujejo zahteve potrošnikov po kakovostni, nadstandardni, lokalni in ekološko pridelani hrani. Kot posamezniki in družba namreč vse bolj razmišljamo, kaj dajemo v usta in iz česa je hrana sestavljena, ter kako različne snovi delujejo v našem organizmu. V zadnjih letih v Evropi in pri nas potekajo različne promocijske akcije, ki nagovarjajo potrošnike, da kupujemo hrano lokalnega izvora, katere pridelava in predelava sta kontrolirani.

Razlogi zaradi katerih stročnice, kljub njihovim mnogim prehranskim prednostim, **(pre)malo vključujemo v prehrano** so sicer povezani z dejstvom, da stročnic v Sloveniji ne pridelamo dovolj, po drugi strani pa je razlog v **pomanjkljivem védenju o pomenu in možnostih uporabe stročnic v kulinariki**.

V delovnem sklopu Zrnate stročnice v prehrani (DS3) smo skušali znanja o prehranski vrednosti stročnic, njihovi dodelavi, predelavi in uporabi kar najbolj približati partnerskim kmetijskim gospodarstvom v projektu in širši zainteresirani javnosti. V ta namen smo v okviru projektnih aktivnosti pripravili in izvedli:

- prenose znanja na kmetijskih gospodarstvih z degustacijami jedi in živil iz stročnic,
- objavo člankov v strokovnih časopisih in na spletnih straneh,
- raziskave v okviru zaključnih študentskih del,
- predavanja in prispevke na različnih dogodkih in oddajah v medijih,
- video material o pomenu in praktičnih napotkih za vključevanje stročnic v prehrano,
- strokovno monografijo na temo zrnate stročnice v prehrani s konkretnimi primeri dobrih praks na kmetijah in v podjetjih,
- zaključno spletno konferenco v kateri smo z različnimi temami sodelovali odgovorni za DS3 in na kateri je s svojo zgodbo – primer dobre prakse sodelovala turistična kmetija in eno od predelovalnih podjetij, ki se ukvarja s fermentacijo stročnic.

Opis predlaganih rešitev

K sodelovanju in povezovanju med kmetovalci in potrošniki so že nekaj let usmerjena sporočila »kupujmo slovensko«, »kupujmo domače« in »domača super hrana«, ki dajejo prednost kakovosti pred količino. Tudi Strategija EU »od vil do vilic« daje smernice za izboljšanje zdravja prebivalcev pri večji skrbi za naravo, s čimer spodbuja preobrazbo današnjega prehranskega sistema k povečanju prehranjevanja s hrano rastlinskega porekla. Povečano zanimanje ljudi za vključevanje stročnic v prehrano je na eni strani povezano s količino lokalno pridelanih stročnic in na drugi z **osveščanjem javnosti** o odlični prehranski vrednosti tovrstnih živil, enostavni in hitri pripravi nekaterih jedi (na mnoge smo preprosto pozabili) in s tem povezanih možnostih vpeljave dopolnilnih dejavnosti na kmetijah. Bistveno pri tem je tudi povezovanju pridelovalcev z odjemalci surovin – podjetji, ki se s predelavo stročnic ukvarjajo.

Vrzel v znanju in izkušnjah na področju vključevanja stročnic v prehrano smo v okviru projekta zmanjšali z vsebinami obravnavanimi na izvedenih projektih aktivnostih in jih strnili v strokovni monografiji Zrnate stročnice v prehrani, ki je prosto dostopna na spletni strani Univerzitetne založbe Univerze v Mariboru (<https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/659>) in v video materialih dostopnih na spletni strani projekta (<http://zrnatestrocnice.um.si/>). Podali smo informacije o:

- **pomenu stročnic nekoč in danes**; izvoru stročnic, obsegu pridelave in uvoza posameznih zrnatih stročnic,
- **predelavi stročnic**; opisali smo stroje in postopke tradicionalne (luščenje, mletje, namakanje, toplotna obdelava, stiskanje, kosmičenje, kaljenje in fermentacija) in sodobne predelave (ekstruzija, frakcioniranje, segrevanje z mikrovalovi, obsevanje in mikronizacija),
- **vplivu stročnic v prehrani na zdravje in počutje**; tradicionalna znanja in izkušnje smo povezali z izsledki moderne znanosti, podali smo podrobne informacije o kemični sestavi posameznih vrst zrnatih stročnic in pri tem opozorili tudi na v prehrani neželene snovi, ki jih najdemo v stročnicah ter načine kako njihovo vsebnost zmanjšamo in negativne učinke odpravimo,
- **vključevanju stročnic v prehrano**; poudarili smo pomen postopnega vključevanja stročnic v obroke, postopke pravilne predpriprave in kuhanja stročnic, opisali smo spremembe, ki se zgodijo med fermentacijo, podali informacije (tudi lastne) o možnostih vključevanja stročnic v proizvodnjo vzhajanih in nevzhajanih pekovskih izdelkov, pripravi kislega kruha s stročnicami (kruh z drožmi), podali smo nekaj praktičnih informacij o možnostih predelave stročnic v namaze (tudi lastne izkušnje), opisali smo postopke nakaljevanja stročnic in možnosti proizvodnje kalčkov ter mikrozelenjave. Prav tako smo predstavili izsledke obširne tržne raziskave, v kateri smo po skupinah izdelkov opredelili živila iz stročnic, ki jih najdemo na policah trgovin v Sloveniji,
- **soja v azijski kulinariki**; ker veliko zrnatih stročnic izvira iz Azije in med njimi prednjači soja, ki jo znajo tam pripraviti na svojevrsten način, smo v poglavju opisali prehranske vrednosti, postopke priprave in uporabnost v kulinariki za edamame (zeleno zrnje soje), praženo zrnje soje, tofu in proizvode, ki pri predelavi v tofu nastanejo. Med fermentiranimi živilami so take sojine omake in paste ter tempeh in natto,
- **lokalno pridelano, na ravni evropske unije zaščiteno**; v poglavju smo opisali certifikacijske sheme, ki ščitijo živila na nacionalni in ravni EU, predstavili pregled živil iz stročnic, ki so jih zaščitile naše sosednje države in nakazali možnosti zaščite nekaterih avtohtonih sort fižola. Predstavili smo tudi dva tematska dogodka, ki se v Sloveniji odvijata stročnicam v čast (»Fižolov dan« v Hrovači in »Graharijada« v Benediktu pri katerem smo leta 2019 sodelovali tudi v okviru projekta). V poglavju smo predstavili še ekološka živila in splošno označevanje živil.

Posebno poglavje v monografiji smo namenili zbranim dobrim praksam. V ta namen smo predstavili zgodbe:

- podjetja Evergreen iz Boštanj pri Krškem, ki pri proizvodnji tofuja uporablja izključno v EU pridelano ekološko sojo,
- turistične kmetije Jakob iz Lipovcev pri Murski Soboti, ki že vrsto let in na večjih površinah prideluje laški fižol v združeni setvi s koruzo za zrnje, v zadnjem času s koruzo pokovko. Separator, ki po velikosti semen ločuje požet pridelek, je plod inovacij dveh generacij na kmetiji,
- Mlina Katić iz Velike vasi pri Krškem, ki spada med večje mline in del kapacitet namenja mletju stročnic (soje, graha, fižola, boba, leče, volčjega boba in čičerike),
- podjetja Kis in kvas iz Ljubljane, ki se ukvarja s proizvodnjo fermentiranih živil. Poleg ostalih fermentiranih živil je podjetje v Sloveniji edini proizvajalec tovrstnih živil iz stročnic. Tako imajo v ponudbi mlade in starane sojine omake ter miso paste iz različnih stročnic, čičerikina tamari omaka, tempeh iz različnih stročnic ter kombinacij z žiti in natto.

Vsa predstavljena podjetja si želijo v prihodnje uvoženo zamenjati z doma pridelano surovino. V ta namen se podjetje Evergreen že pogovarja z lokalnimi pridelovalci, podjetje Mlin Katić pa je kupilo odkupno postajo v Dobrovniku, ki bo namenjena tudi odkupu zrnatih stročnic v večjem obsegu. Podjetje Kis in kvas se je zbranim predstavilo na enem od izvedenih prenosov znanja in tam vzpostavilo stike s pridelovalci. Poleg turistične kmetije Jakob se je širši javnosti na spletni konferenci predstavilo tudi podjetje Kis in kvas.

Dejstvo, da se potrošniki in kmeti z živili iz stročnic najbolj celovito seznanijo praktično – s pokušanjem, smo koristili na izvedenih praktičnih prikazih. V ta namen smo na dogodkih predstavili široko paleto živil iz stročnic; solat, kruha, sladkih in slanih namazov, živil iz tofuja, sojine napitke ter fermentirana živila kot so sojine omake in paste ter tempeh in natto.

v) povzetek analize izvedljivosti

- Snovalci vsebin delovnega sklopa Zrnate stročnice v prehrani (DS3) smo zbrali strokovno in znanstveno literaturo s področij prehranske vrednosti stročnic, njihove dodelave, predelave in uporabe. Z navedenim in v okviru izdelave zaključnih del, so se seznanili tudi študenti. [Izvedljivost dobra.](#)
- Na partnerska kmetijska gospodarstva smo prenesli znanja o pomenu vključevanja zrnatih stročnic v prehrano, njihovi dodelavi in predelavi ter uporabi. [Izvedljivost dobra.](#)
- Navedena znanja smo prenesli tudi drugim udeležencem na praktičnih preizkusih izvedenih v okviru projekta. [Izvedljivost dobra.](#)
- Z izvedenimi dogodki, na katerih so sodelovali tako pridelovalci kot podjetja, ki se ukvarjajo s predelavo stročnic, smo omogočili njihovo neposredno medsebojno komunikacijo in sklepanje poslovnih dogovorov. [Izvedljivost dobra.](#)
- Zanimirani širši javnosti smo navedena znanja prenesli preko spletne strani projekta, socialnih medijev, številnih strokovnih člankov, prispevkov v medijih in predavanj, sodelovanj na dogodkih in preko izvedene zaključne konference. [Izvedljivost dobra.](#)

w) ocena izvedljivosti prenosa predlaganih rešitev v prakso

Glede na število izvedenih dogodkov, število udeležencev na dogodkih (kmetijski svetovalci in zainteresirana javnost) in njihovi angažiranosti, ocenjujemo, da je bil prenos predlaganih rešitev – osveščanje o pomenu in uporabi zrnatih stročnic, izveden uspešno.

x) problemi, posebnosti pri prenosu predlaganih rešitev v prakso,

Problemi, ki spremljajo prenos predlagane rešitve v prakso – predelavo zrnatih stročnic, so povezane s spoštovanjem zakonodaje s področij varnosti in kakovosti živil ter poznavanja posameznih stročnic, njihovih kemičnih in tehnoloških značilnosti.

č) koristi predlaganih rešitev za kmetijska gospodarstva, kot npr. finančne ali ekonomske koristi predlaganih rešitev za kmetijsko gospodarstvo

Kmetijska gospodarstva so dobila nekatera znanja, ki lahko služijo kot osnova za razmišljanja o uvedbi dopolnilnih dejavnosti na kmetijah – predelavi stročnic. Prav tako so se kmetijska gospodarstva seznanila z možnostmi odkupa svojih pridelkov in z nekaterimi potencialnimi odjemalci vzpostavila tudi neposreden stik.

d) vplivi predlaganih rešitev na okolje

Osveščen potrošnik, ki pozna prednosti vključevanja zrnatih stročnic v obroke in mu ni vseeno od kod in kakšne kakovosti je hrana na krožniku, bo v prvi vrsti iskal lokalno in ekološko pridelane zrnate stročnice. Podobno lokalno in ekološko pridelane zrnate stročnice iščejo tudi podjetja, ki se v Sloveniji ukvarjajo z dodelavo in predelavo stročnic.

Večje vključevanje stročnic v prehrano lahko pomembno prispeva k bolj racionalni izkoriščenosti kmetijskih površin, večji biotski pestrosti na njivah, zaradi simbiotske vezave zračnega dušika, ki so jo sposobne bakterije na koreninah stročnic, pomeni boljšo in za okolje ne obremenjujočo oskrbo tal z dušikom.

Posledično pomeni večja vključenost lokalno pridelanih stročnic v lokalno prehrano tudi manjšo obremenitev okolja s toplogrednimi plini. Te obremenitve so povezane predvsem s prekooceanskim transportom in agresivnimi posegi v naravno okolje pri pridelavi konvencionalne soje (izsekavanje deževnih pragozdov v Južni Ameriki in spreminjanje območja savan v zemljišča za sojo). Ker je veliko pridelane soje (več kot 90 %) namenjene krmi rejnih živali, bi povečano vključevanje te rastline v človeško prehrano lahko vsaj malo doprineslo spremembi ogljične bilance industrijskega, v prirejo živalskih beljakovin usmerjenega, kmetijstva. Nenazadnje pomeni povečano vključevanje stročnic v prehrano tudi povečano lokalno pridelavo in predelavo, kar lahko ugodno vpliva na samooskrbo, zmanjša odvisnost od uvoza, poveča število delovnih mest in ohrani poseljenosti podeželja.

e) sklepi ter priporočila

Ker so zrnate stročnice pomemben vir kakovostnih beljakovin, vir prehranskih vlaknin, kakovostnih maščob ter nekaterih mineralov in vitaminov, pomeni večje vključevanje zrnatih stročnic v obroke kakovostno in zdravju koristno prehrano. Napredek, višanje standarda in globalizacija so prispevali k dejstvu, da je stročnice v prehrani v veliki meri zamenjalo meso, da smo marsikaj kar so vedeli naši predniki enostavno »pozabili« in da so si pot na prodajne police utrla tudi živila iz stročnic, ki jih tradicionalno v Sloveniji nismo poznali. Seveda je navada železna srajca in hitrih sprememb v prehranjevalnih navadah ni pričakovati. Kakorkoli, lahko spremembe pričakujemo pri tistih, ki stročnice, njihovo sestavo, ustrezno predelavo in uporabo poznajo. Znanja o uporabi stročnic smo projektnim partnerjem in javnosti posredovali na številnih v okviru projekta izvedenih dogodkih, slovenske izsledke raziskav in razmišljanja o uporabi stročnic v prehrani pa povezali z globalnim znanjem in jih zapisali v strokovni in javnosti dostopni knjigi Prehrana z zrnatimi stročnicami.

Strokovnjaki ugotavljamo, da je fižol »steber prehrane naših prednikov«, zaradi odličnega okusa in bogate zapuščine avtohtonih in domačih sort za stročje in zrnje pa naša najpomembnejša prehranska stročnica. Tudi močno prezrt bob, ki je bil pred prenosom fižola iz Amerike v Evropo vodilna stročnica v pridelavi in uporabi pri nas, je vreden večje pozornosti, kot mu jo namenjamo. Najbrž so zaradi različnih oblik konzerviranja minili časi uporabe suhega zrnja graha za pripravo jedi, zato pa so v športni prehrani cenjeni uvoženi grahovi proteini. Tudi z več mladega zrnja graha v pridelavi bi lahko okrepili sezonsko porabo in nadomestili izdelke tujih ponudnikov. Na podoben način se lahko lotimo čičerike in leče, ki sta obe v bogati ponudbi suhega zrnja in konzerviranih živil, še posebej med mladimi po priljubljenosti izstopa humus (v arabščini čičerika) ali čičerikin namaz. Da sta po videzu in okusu pretlačeno zrnje soje in pašteta iz mesa živalskega izvora zelo podobni, je potrdila promocija naših namazov iz soje na delavnicah in posvetih. Namesto prehranskih dopolnil v tabletah in praških bi lahko popestrili in obogatili obroke s kalčki in mikrozelenjavo iz zrnja vseh stročnic, še posebej vinje mungo in adzuki, ki lahko uspevata tudi pri nas. Pri postopkih predelave stročnic je opisana priprava kislega testa iz brezglutenske moke in mešanje mok iz stročnic z mokami iz žit. Kulinarični ustvarjalnosti bodo gotovo prispevale informacije o izdelkih iz soje, ki prihajajo iz Azije.

Kljub usvojeni agrotehnik pridelave soje, v zadnjih letih pa zaradi pomanjkanja pražilnic, skoraj ves pridelek zrnja izvozimo za prehrano v nadstandardni živinoreji. Izziv za domačo obrtno ali industrijsko predelavo soje v moko, pekovske in fermentirane izdelke pa je vendarle večji kot takrat, ko je nismo pridelovali, saj je na policah v trgovini veliko tovrstnih uvoženih izdelkov.

Ker sojo, njeno zrnje, polizdelke in izdelke spremljajo miti o škodljivosti v prehrani ljudi, smo dejstva na podlagi rezultatov obsežnih znanstvenih študij v knjigi pravilno predstaviti.

Trženje zrnja, polizdelkov in izdelkov smo v priročniku povezali s shemami kakovosti, kamor spadajo ekološki pridelana in predelana živila ter sheme, ki se nanašajo na zaščito kmetijskih pridelkov in živil.

Predstavitev dobrih praks predelave zrnja smo namenili kmetovalcem in podjetnikom, da z medsebojnim sodelovanjem povežejo pridelavo s predelavo in na slovenskem trgu ponudijo več domačih živil iz stročnic.

Javno dostopna in trajna gradiva

Projekt je omogočil nastanek [zbirke strokovnih knjig](#) o zrnatih stročnicah, ki celostno opišejo rastlinsko beljakovinsko verigo. Pri tem govori prva o pridelavi zrnatih stročnic in druga o zrnatih stročnicah v prehrani rejnih živali. Verigo zaokrožuje tretja knjiga, v kateri so obravnavane zrnate stročnice v prehrani.



Uredniki: Blaž Cigić*, Silva Grobelnik Mlakar** in Darja Kocjan Ačko*

* Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta

** Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede

Spletna povezava: <https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/659>