

Projekt „Proizvodnja hrane, biokompozita i biogoriva iz žitarica u kružnom biogospodarstvu“ odgovara na izazove uzrokovane negativnim utjecajem klimatskih promjena. Obuhvaća i primjenjuje istraživanja ispravnih agrotehničkih mjera za stare i nove sorte pšenice i ječma te hibride kukuruza kako bi se utvrdili optimalni omjeri između zrna i biomase kao i prisutnost mikotoksina.

Uz kvantitet, odredit će se kvaliteta zrna žitarica za prehranu ljudi i ishranu životinja, kao i sekvencijacija ugljika u tlo i biljku te kvaliteta biomase za biokompozite, biofiltere, bioetanol druge generacije te kruta biogoriva iz ostatka proizvodnje. Iskorištavanjem ostataka, potencijalni otpad postat će sirovina i zatvorit će se proces kružnog biogospodarstva. Nova znanja će se transferirati dionicima različitih sektora i podići svijest šire javnosti o mogućnostima ublažavanja negativnih utjecaja klimatskih promjena.

Ova brošura „POLJOPRIVREDNA BIOMASA IZ ŽETVENIH OSTATAKA“ je druga od više takvih materijala, koje će se u budućnosti objavljivati.



Izvori slika  
<https://bit.ly/3rSX8qx>  
<https://bit.ly/3vtOLnk>  
<https://bit.ly/3eL7pBs>  
<https://bit.ly/3bPqccM>  
<https://bit.ly/3rWqXqi>  
<https://bit.ly/30Kbhue>

**KORISNIK**  
Sveučilište u Zadru

**PARTNERI**  
Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet

**POSREDNIČKA TIJELA**  
Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja - **RAZINA 1**  
Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost - **RAZINA 2**

**LOKACIJA**  
Sveučilište u Zadru  
Ulica Mihovila Pavlinovića 1  
23000 Zadar

**KONTAKT**  
Telefon: 023 200 555  
Fax: 023 316 882  
Email: info@unizd.hr

**PODACI**  
OIB: 10839679016  
MB: 1695525  
IBAN: HR1124070001100609482



Projekt je sufinancirala Europska unija u okviru Operativnog programa Konkurentnost i kohezija, iz Europskog fonda za regionalni razvoj.

Sadržaj ove brošure isključiva je odgovornost Sveučilišta u Zadru.



## POLJOPRIVREDNA BIOMASA IZ ŽETVENIH OSTATAKA

K.K.05.1.1.02.0016

Proizvodnja hrane, biokompozita i biogoriva  
iz žitarica u kružnom biogospodarstvu

Biomasa je jedna od važnijih sastavnica obnovljivih izvora energije i po svojoj temeljnoj definiciji obuhvaća sve organske ostatke iz šumarstva, poljoprivrede i srodnih industrija. Klasificirajući temeljene izvore poljoprivredne biomase, uz ostatke stočarske proizvodnje, biomasa s najznačajnijim potencijalom u proizvodnji energije proizlazi iz ratarske proizvodnje.

Tijekom jednogodišnjeg životnog ciklusa rasta i razvoja ratarskih kultura dolazi do proizvodnje velike količine biomase koja ostaje na poljoprivrednim površinama nakon žetve/berbe primarnog proizvoda (pšeno, zrno).

Žetveni ostatci, poglavito kukuruza, pšenice i ječma, predstavljaju i izrazito vrijednu sirovinu u očuvanju kvalitete tla, odnosno njegovih bioloških i kemijskih svojstava (Slika 1). Temeljna vrijednost žetvenih ostataka se odnosi na sadržaj organskih i mineralnih tvari u biomasi. Uz zadovoljavanje potreba tla, žetveni ostatci su važan čimbenik u procesu smanjenja erozije tla, kao i u obliku „mrtvog“ pokrova (mulch) tijekom uzgoja. Ujedno, ostatci ratarske proizvodnje mogu se koristiti kao prostirka i hrana za domaće životinje, supstrat u proizvodnji gljiva te u industrijske namjene odnosno za proizvodnju pulpe, papira i izolacijskog materijala u građevinskoj industriji.

Stoga njihovo prikupljanje, iznošenje i iskorištavanje u energetske svrhe mora biti objektivno preispitano, kako bi se utvrdila održiva količina biomase koju je moguće iznijeti s poljoprivrednih površina bez degradacije kvalitete tla, ali i negativnog utjecaja na stočarsku proizvodnju.



Slika 1: Biomasa kukuruza, pšenice i ječma

„Zbrinjavanju“ žetvenih ostataka, koji mogu otežavati naknadnu obradu zemljišta poglavito ako se radi o kukuruza, se u velikom broju slučajeva tradicionalnim pristupa spaljivanjem. Takav način gospodarenja žetvenim ostacima predstavlja značajne ekološke, ekonomske i energetske gubitke te je Prema Pravilniku o dobrim poljoprivrednim i okolišnim uvjetima (N.N. 89/11) zabranjeno njihovo spaljivanje.

Iz aspekta proizvodnje energije, žetveni ostatci predstavljaju vrijednu sirovinu koju ju moguće koristiti u procesima proizvodnje toplinske i/ili električne energije. Tijekom valorizacije biomase kao krutog biogoriva, donja ogrjevna vrijednost je definirana kao jedan od temeljnih parametara te definira koliko se potencijalne energije nalazi u količinskom udjelu biomase. Za žetvene ostatke donja ogrjevna vrijednost u prosjeku iznosi 16 – 17 MJ/kg. Usporedbe radi, donja ogrjevna vrijednost nafte je približno 41 MJ/kg, što znači da je potrebno oko 2,5 do 3,0 kg biomase kako bi se zamijenilo 1 kg nafte. Ostatke ratarske proizvodnje moguće je koristiti i za proizvodnju biogoriva druge generacije, tj. lignocelulozne biomase, odnosno onih goriva koja nisu proizvedena korištenjem dijelova biljaka koji se koristi kao hrana.

U procjeni potencijalnih količina žetvenih ostataka, baznom se kalkulacijom smatra korištenje omjera glavni proizvod : žetveni ostaci. Obzirom na posijane površine, u Hrvatskoj najveću potencijalno raspoloživu količinu ostataka ratarske proizvodnje predstavljaju kukuruzovina i slama pšenice. U cjelokupnom procesu korištenja žetvenih ostataka važan segment se bazira na učinkovitosti strojeva i opreme tijekom prikupljanja i iznošenja biomase.

#### Kukuruzovina

Pojam kukuruzovina odnosi se na dijelove biljke kukuruza koji ostaju na polju nakon žetve zrna kukuruza, odnosno na stabljiku, oklasak, komušinu i lišće. Prosječan prinos oklaska čini 15 % ukupnog prinosa zrna kukuruza istog sadržaja vlage. Omjer glavni proizvod : žetveni ostatak, odnosno zrno : kukuruzovina iznosi 1:1, iz čega proizlazi da je na površini od 1 ha kukuruza, s prinosom zrna od 7 t teoretski dostupno 7 t kukuruzovine.



Slika 2: Integrirani sustavi prikupljanja ostataka i berbu u istom proходу

Prikupljanje kukuruzovine u agroekološkim uvjetima RH ograničeno je lošim meteorološkim prilikama u vrijeme berbe zrna kukuruza odnosno prikupljanja ostataka. Posebice, ukoliko se pristupa prikupljanju kukuruzovine kasnijih hibrida kukuruza odnosno onih koji dozrijevaju od prve polovice listopada. Nepovoljne vremenske prilike smanjuju mogućnost prirodnog sušenja biomase na polju, kako ekonomski najisplativijeg pristupa sušenju. Skladišna vlaga iznosi 14 %, a očekivani udio vlage u kukuruzovini u vrijeme berbe od 40 do 50 %.

Postoje različiti sustavi kojima je moguće pristupiti prikupljanju kukuruzovine, a baziraju se na korištenju već postojeće ili adaptirane mehanizacije. U odnosu na konvencionalne sustave prikupljanja, koji objedinjuju dvije do tri faze/prohoda, korištenje naprednih sustava omogućuje simultano prikupljanje biomase sa berbom zrna. Ovisno o sustavu prikupljanja, adaptiranim žitnim kombajnima i priključcima moguć je transport komušine i oklaska u prihvatnu komoru na samom kombajnu ili u adaptiranu preše (Slika 2).

#### Slama pšenice/ječma

Slama pšenice/ječma objedinjuje osušene stabljike (vlati), lišće i pljevu te se definira kao nusproizvod/ostatak nakon žetve samokretnim žitnim kombajnom. Omjer pšeno (zrno) : slama, kao i na primjeru kukuruza iznosi 1:1, odnosno s prosječnim prinosom pšenice od 5 t može se teoretski prikupiti 5 t slame. Količina upotrijebljene slame u stočarstvu ovisi o dostupnosti slame, vrsti stočarske proizvodnje i načinu držanja životinja te koliko dugo životinje ostaju u zatvorenom prostoru.

Za razliku od kukuruzovine, žetva i prikupljanje slame pšenice/ječma se provode tijekom ljetnih mjeseci što omogućava izravno skladištenje prikupljene biomase sa sadržajem vlage u slami ispod 15 %. Usporedno s kukuruzovinom, slama je i po svojoj morfologiji puno zahvalnija sirovina tijekom prikupljanja i prešanja. Dio slame koji će ostati na polju kao strnište, određuje se visinom reza hedera kombajna. Žitni kombajn se može podesiti da na stražnjem dijelu ne razbacuje slamu po površini već da formira otkos, čime se povećava učinkovitost tijekom prikupljanja biomase. Korištenjem konvencionalnih sustava prikupljanja, list i pljeva predstavljaju dio pšenice koje je zbog svoje prirodne veličine i sipkosti teško prikupiti. Obzirom da pljeva može činiti do 5% ukupnog prinosa pšena (zrna), korištenjem suvremenih sustava omogućuje se prikupljanje i tog dijela pšenice/ječma (Slika 3).



Slika 3: Integrirani sustavi prikupljanja slame i pljeve uz žetvu u istom proходу