Učinkovitost strojnog prikupljanja sojine slame

Mesar, Hrvoje

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:943681

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

UČINKOVITOST STROJNOG PRIKUPLJANJA SOJINE SLAME

DIPLOMSKI RAD

Hrvoje Mesar

Zagreb, rujan, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij

Poljoprivredna tehnika - Mehanizacija

UČINKOVITOST STROJNOG PRIKUPLJANJA SOJINE SLAME

DIPLOMSKI RAD

Hrvoje Mesar bacc. ing. agr.

Mentor: Doc. dr. sc. Igor Kovačev

Zagreb, rujan, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, Hrvoje Mesar, JMBAG 0178088634, rođen 07.11.1992 u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

UČINKOVITOST STROJNOG PRIKUPLJANJA SOJINE SLAME

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____ _____

Potpis studenta

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta Hrvoja Mesara, JMBAG 0178088634,

UČINKOVITOST STROJNOG PRIKUPLJANJA SOJINE SLAME

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo: potpisi:

1. Mentor: Doc. dr. sc. Igor Kovačev _____
2. Član: Prof. dr. sc. Željko Jukić _____
3. Član: Doc. dr. sc. Ana Matin _____

Zahvala

Zahvaljujem se prof. dr. sc. Željku Jukiću na idejama, izdvojenom slobodnom vremenu, susretljivošću i pomoći tijekom pisanja ovog diplomskog rada. Hvala mentoru doc. dr. sc. Igoru Kovačevu te doc. dr. sc. Ani Matin na pruženim savjetima i također hvala svim profesorima sa kojima sam se susreo tokom svog školovanja na Agronomskom fakultetu.

Također bih se htio zahvaliti svim prijateljima koji su bili uz mene sve godine školovanja i sa kojima nikad nije bilo dosadno.

Posebno bih se htio zahvaliti svojim roditeljima na podršci, strpljenju i što su mi ovo omogućili, također se zahvaljujem braći, stricu, bratiću, tetkama, bakama i djedu.

Posebno se zahvaljujem djevojci Ivani koja je uz mene bila zadnje dvije godine, te mi bila velika podrška za pisanje ovog diplomskog rada.

Na kraju se posebno želim zahvaliti djedu Iliji koji više nije s nama, a bio mi je najveća potpora, vjera i nada da ću jednog dana postat magistar agronomije.

Sadržaj

1. Uvod 1

1.1. Proizvodnja soje u Hrvatskoj, Europi i svijetu 2

1.2. Gospodarenje žetvenim ostatcima 3

1.3. Sojina slama kao biomasa 4

1.4. Soja kao kultura u plodoredu, ishrani i preradi 5

1.5. Cilj istraživanja 6

2. Pregled literature 7

2.1. Morfološke karakteristike soje 7

2.2. Mogućnosti korištenja sojine slame 7

2.3. Strategije skupljanja žetvenih ostataka 10

2.4. Učinkovitost prikupljanja slame 10

2.5. Preše za valjkaste bale 11

2.5.1. Preše s elastičnom tlačnom komorom sa pick-up uređajem 12

2.5.2. Preše s komorom stalnog oblika sa pick-up uređajem 12

2.6. Preše za četvrtaste bale 13

2.7. Žetva soje 14

3. Materijali i metode 16

3.1. Obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo ˝Mesar Drago˝ 16

4. Rezultati i rasprava 21

4.1. Agronomska svojstva istraživanih sorata 21

4.1.1. Sorta Lucija 21

4.1.2. Sorta Galina 21

4.1.3. Sorta Ika 22

4.2. Učinkovitost baliranja 23

4.2.1. Učinkovitost baliranja sorte Lucija ……23
4.2.2. Učinkovitost baliranja sorte Galina ……24
4.2.3. Učinkovitost baliranja sorte Ika ……24
4.3. Analiza varijance i korelacije agronomskih svojstava soje ……25
4.4. Fertilizacijska vrijednost žetvenih ostataka soje ……26
5. Zaključak..... 27
6. Literatura..... 28
Popis internet stranica ……31
Životopis 32

Sažetak

Diplomskog rada studenta Hrvoja Mesara

UČINKOVITOST STROJNOG PRIKUPLJANJA SOJINE SLAME

Značaj soje proizlazi iz kakvoće njenog zrna (visok sadržaj bjelančevina i ulja), pa je jedna od najznačajnijih bjelančevinastih i uljnih kultura u svijetu. Sojina slama predstavlja važan izvor organske tvari te ima važan utjecaj na biološka, kemijska i fizikalna svojstva tla i ne treba ih smatrati otpadom. Biomasa poljoprivrednoga porijekla, pa tako i slama soje, vrlo je prihvatljivo gorivo s gledišta utjecaja na okoliš. Cilj ovog rada je utvrditi stvarne količine prikupljene slame nakon žetve soje korištenjem postojeće mehanizacije, prešom za valjkaste bale s pick-up uređajem. Poljski pokus proveden je na lokaciji u Velikoj Barni s tri sorte soje, Lucijom, Galinom i Ikom, zastupljenima u plodoredu kod domaćih poljoprivrednika. Učinkovitost baliranja razlikovala se između sorata i iznosila je od 33,3 % kod sorte Ika do 48,9 % kod sorte Lucija. Količina žetvenih ostataka koji će se moći prikupiti ovisi sadržaju vode u slami u trenutku baliranja, te konstrukciji kombajna i balirke.

Ključne riječi: baliranje, biomasa, žetveni indeks

Summary

Of the master's thesis – student Hrvoje Mesar

EFFICIENCY OF MECHANISED COLLECTION OF SOYBEAN STRAW

The importance of soybean comes from the quality of its grain (high protein and oil content), so it is one of the most important protein and oil crops in the world. Straw is an important source of organic matter and have important influence on the biological, chemical and physical properties of the soil and should not be considered as waste. Biomass of agricultural origin, like soy straw, is highly acceptable energy source from the environmental point of view. The aim of this paper is to determine the actual amounts of straw collected after harvesting soybean using existing mechanization, round baler with pick-up. The field experiment was set at location in Velika Barna with three soy varieties, Lucija, Galina and Ika, represented in the crop rotation by domestic farmers. Baling efficiency differed between soybean varieties and ranged from 33.3% for Ika to 48.9% for Lucija. The amount collected of post-harvest residues depended on the water content of the straw at the time of baling and the construction of combine and baler.

Keywords: baling, biomass, harvest index

1. UVOD

Soja (*Glycine max* L.) Merrill je stara ratarska kultura, koja se uzgaja više od četiri tisuće godina. Kroz duga stoljeća glavni je izvor hrane narodima Dalekog Istoka. Tek izgradnjom tvornica za preradu sojina zrna u dvadesetom stoljeću postaje trgovačka roba. Značaj soje proizlazi iz kakvoće njenog zrna (visok sadržaj bjelančevina i ulja), pa je jedna od najznačajnijih bjelančevinastih i uljnih kultura u svijetu. Kvalitetom bjelančevina i visokim sadržaje ulja nadomjestak je za meso, te je važna hrana populaciji u svijetu (Vratarić i Bradarić, 2008).

Soja pripada redu Fabales, porodici Fabaceae ili Leguminosae (mahunarke ili lepirnjače), podporodici Papillionatae, rodu Glycine. Porodica se na hrvatskom jeziku naziva "mahunarke" zbog ploda mahune ili "lepirnjače" prema izgledu cvijeta nalik na leptira. Vrsta Glycine max obuhvaća veći broj podvrsta, koje predstavljaju geografske skupine. One su se formirale u različitim dijelovima dosta širokog areala rasprostranjenosti, što znači da su formirane u različitim uvjetima klime i tla. Vrijednosti soje u ishrani stoke i ljudi, i u industriji još nisu skroz iskorištene. Stalno se pokušava poboljšati način i metode prerade u industriji stočne hrane te prehrambenoj, kemijskoj, farmaceutskoj i u drugim industrijama. Među ratarskim kulturama je biljka sa kojom se po iskoristivosti ne mogu mjeriti druge kulture, jer se može koristiti u razne svrhe i u preradi može biti iskorištena i do 100 % (Vratarić, 2000).



Slika 1. Soja na OPG-u Mesar Drago (snimio Hrvoje Mesar)

1.1. Proizvodnja soje u Hrvatskoj, Europi i svijetu

Proizvodnja soje razvila se u brojnim zemljama svijeta te je postala sastavni dio moderne poljoprivrede. Soja je danas stalni glavni izvor blagostanja za stanovništvo u mnogim dijelovima svijeta, posebno kad se neprekidno znanstvenim i tehnološkim razvojem potvrđuje njena vrijednost i povećava njena raznovrsna upotreba (Vratarić i Sudarić, 2008.).

Kao što je vidljivo iz tablice 1. u svijetu se u razdoblju od 2012. do 2016. godine povećavala površina posijana pod sojom iz godine u godinu, što nam govori da je soja kultura za kojom postoje sve veće potrebe. Vidljivo da je u 2012. bilo zasijano 105.350.564 hektara dok je samo 4 godine kasnije 2016. godine zasijano 121.532.432 hektara, što je porast od 15 %. S povećanjem površina u razdoblju od 2012. do 2016. godine povećavali su se i prosječni prinosi (21 %) i ukupna proizvodnja (38 %).

Tablica 1. Površine, prosječni prinosi i proizvodnja soje po godinama u svijetu. (2012 – 2016)

Godina	**Površina (ha)**	**Prosječni prinos (t/ha)**	**Proizvodnja (t)**
2012.	105.350.564	2,28	241.185.392
2013.	111.018.715	2,50	277.537.300
2014.	117.636.467	2,60	306.373.463
2015.	120.792.189	2,68	323.204.743
2016.	121.532.432	2,75	334.894.085

Izvor: faostat.org

Također, u Republici Hrvatskoj je u razdoblju od 2012. do 2016. godine došlo do povećanja površina pod sojom. U 2012. godini bilo je zasijano 54.109 hektara sa prosječnim prinosom od 1,8 t/ha, dok je 2016. godine bilo zasijano 78.614 hektara sa prosječnim prinosom od 3,1 t/ha (tablica 2.). Prema podacima iz tablice 2. može se zaključiti da najveći porast u zasijanim površinama bio 2015. godine kada je Republici Hrvatskoj uvedena u izravna plaćanja stavka zelena plaćanja za proteinske usjeve.

Tablica 2. Površine, prosječni prinosi i proizvodnja soje po godinama u Hrvatskoj. (2012. – 2016).

Godina	Površina (ha)	Prosječni prinos (t/ha)	Proizvodnja (t)
2012.	54.109	1,78	96.718
2013.	47.156	2,36	111.316
2014.	47.104	2,79	131.424
2015.	88.867	2,21	196.431
2016.	78.614	3,10	244.075

Izvor: Statistički ljetopis DZS, 2017.

U Europi se u razdoblju od 2012. do 2016. godine, kao i u svijetu, povećavala površina posijana pod sojom iz godine u godinu. Od 2012. godine i zasijanih 3.446.289 hektara pa do 2016. godine i zasijanih 5.038.132 hektara površine su se povećale za cca. 47 %, što je 3 puta veći porast nego u svijetu. Također uz površine povećavao se i prosječni prinos što je svakako pozitivno.

Tablica 3. Površine, prosječni prinosi i proizvodnja soje po godinama u Europi. (2012. – 2016.)

Godina	Površina (ha)	Prosječni prinos (t/ha)	Proizvodnja (t)
2012.	3.446.289	1,56	5.395.107
2013.	3.224.966	1,85	5.978.447
2014.	4.497.477	1,95	8.773.176
2015.	5.362.708	1,77	9.513.883
2016.	5.038.132	2,08	10.488.759

Izvor: faostat.org

1.2. Gospodarenje žetvenim ostatcima

Proizvodnjom soje dobivaju se žetveni ostatci, odnosno sojina slama. Pojam sojina slama odnosi se na suhe stabljike soje, lišće i prazne mahune koje ostaju na polju nakon žetve kombajnom. Sojina slama predstavlja važan izvor organske tvari te ima važan utjecaj na

biološka, kemijska i fizikalna svojstva tla i ne treba ih smatrati otpadom. Znanost zastupa zaoravanje žetvenih ostataka, nikako njihovo spaljivanje koje je u Republici Hrvatskoj zabranjeno od 2011. godine (Pravilnik o dobrim poljoprivrednim i okolišnim uvjetima i uvjetima višestruke sukladnosti, N.N. 89/11).

Prije sakupljanja slame, treba uzeti u obzir činjenice da njihovo uklanjanje može povećati eroziju tla, smanjiti prinose i osiromašiti tlo dušikom i ostalim hranjivima (Graham i sur., 2007). Slama se može iznijeti sa površina i iskoristiti za nastiranje u stajama kao stelja i onda se vratiti u tlo kao stajski gnoj.

1.3. Sojina slama kao biomasa

Biomasa poljoprivrednoga porijekla, pa tako i slama soje, vrlo je prihvatljivo gorivo s gledišta utjecaja na okoliš, pogotovo opterećenja atmosfere tzv. stakleničkim plinovima (Miller, 1992., citiraju Kiš i sur. 2017). Emisija SO_2 pri izgaranju slame manja je od emisije pri izgaranju ugljena i teškog ulja za loženje, a veća od emisije pri izgaranju prirodnoga plina, dok je emisija NOx pri izgaranju slame znatno niža nego u ostalim promatranim gorivima. Kao i ostala biomasa, slama se općenito smatra CO_2-neutralnim gorivom (EC, 1997). Uz sve prednosti korištenja biomase za proizvodnju energije, ipak moramo imati u vidu da postoji opasnost osiromašivanja tala ukoliko se s proizvodnih površina odnesu svi žetveni ostaci, odnosno da se ne smije zanemariti sadržaj hranjiva i organske tvari u tlu.



Slika 2. Sojina slama nakon baliranja (snimio Alen Mesar)

1.4. Soja kao kultura u plodoredu, ishrani i preradi

Zrno soje sadrži 18–24% ulja i 35–50% bjelančevina, što ovisi o uvjetima uzgoja, ali i o samoj sorti. Bjelančevine iz zrna soje najsličnije su bjelančevinama životinjskog porijekla, jer su bogate esencijalnim aminokiselinama, posebno lizinom i metioninom, što im daje visoku biološku vrijednost. Kao rezultat prerade sojina zrna nastaju ulje i drugi proizvodi poput pogače, sačme, brašna, izolata i bjelančevinastih koncentrata sa 38–95% bjelančevina, koji se koriste za ishranu ljudi, domaćih životinja te kao sirovina u kemijskoj, farmaceutskoj i prehrambenoj industriji. Koristi se u ishrani stoke u obliku zelene mase, sijena i silaže, a dehidriranjem se dobivaju granule, briketi te zeleno brašno. Sojino ulje se koristi za kuhanje, kao ulje za salate, pripremu gotovih jela, za izradu želatina, margarina, majoneza. Oko trećine svjetske proizvodnje biljnih ulja je upravo iz soje. Također je i industrijska sirovina: deterdženti, sapuni, kreme, boje, lakovi, linoleumi, medicinski preparati i drugo. Koristi se za ekološku tintu koja je vrlo pouzdana i ne briše se. Sojino ulje ima ulogu u proizvodnji pesticida kao nosač aktivne tvari. Velika je uloga soje kao sirovine, pa se ona koristi i u tekstilnoj industriji, u automobilskoj industriji prilikom izrade maziva, u avionskoj industriji za podmazivanje motora s velikim brojem okretaja, te za izradu lakova otpornih na visoke, ali i na niske temperature,

za izradu vodootpornog cementa, izradu raznih plastičnih masa i drugo. Agrotehnički značaj soje u plodoredu je ogroman, jer ona s bakterijama Bradyrhizobium japonicum na svom korijenu obogaćuje tlo dušikom i to 40–60 kg/ha. Aktivira i premješta hraniva iz teže topivih oblika u lakše pristupačne oblike u otopini tla te time popravlja plodnost, ali i samu strukturu tla. (Vratarić i Sudarić 2008.)



Slika 3. Sojino ulje

Izvor: https://www.flickr.com/photos/48473230@N06/4439961573

1.5. Cilj istraživanja

Cilj ovog diplomskog rada je utvrditi stvarne količine prikupljene slame nakon žetve soje korištenjem postojeće mehanizacije, prešom za valjkaste bale s pick-up uređajem. Istraživanje mogućnosti strojnog prikupljanja sojine slame provesti će se na tri sorte soje. S ciljem utvrđivanja stvarne količine prikupljene sojine slame biti će prije žetve izmjerena ukupna količina nadzemne mase biljaka soje, žetveni indeks i prinos zrna. Nakon žetve odrediti će se masa žetvenih ostataka prikupljenih prešom za valjkaste bale s pick-up uređajem.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Morfološke karakteristike soje

Kultura soja (Glycine max (L.) Merr.) je uspravna, granata, jednogodišnja biljka s velikim variranjem u morfološkim svojstvima, ovisno o sorti i činiteljima vanjske sredine. U opisu pojedinih morfoloških svojstava korišteni su ranije sistematizirani opisi (Vratarić, 1986.; Vratarić i Sudarić, 2000.), te opisi Lerstena i Carlsona (1987., 2004.), Carlsona i Lerstena (1987., 2004.), kao i drugi brojni literaturni podaci o ovim svojstvima (Vratarić i Sudarić, 2008.).

2.2. Mogućnosti korištenja sojine slame

Sojina slama do sad nije dobro istražena i nema puno literature o njoj (Kralik i sur. 2017) i nisu iskorišteni svi njeni potencijali. Sojina slama je jedan od potencijalno dobrih energenata. Kiš i sur. (2013.) u svom istraživanju dobili su da je po hektaru energetska vrijednost sojine slame iznosila od 46.422 MJ do 61.206 MJ što predstavlja ekvivalent mazuta od 906 do 1.195 kg. Vraćanjem sojine slame u tlo vraća se određeni dio hranjiva. Kiš i sur. (2013.) u svom istraživanju dobili su sljedeće: u jednom kilogramu sojine slame utvrdili su od 3,1 do 4,8 grama dušika, od 1,0 do 4,9 grama fosfora i od 2,8 do 6,2 grama kalija. Utvrdili su da je fertilizacijski index slame iznosio od 3,40/10 do 4,57/10.

Također sojina slama je dobar izvor anaerobne digestije zbog velike dostupnosti biomase. Poljoprivredna biomasa poput sojine slame i kukuruzovine sadrži složenu strukturu lignoceluloze i ne sadrži lako fermentirajuće šećere. Zbog toga se njihova biotransformacija na biogoriva ne može lako izvesti (Hesami i sur. 2015, Liu i sur. 2015, Antonopoulou, 2015, Monlau i sur. 2015, citiraju Kralik i sur. 2017.).

Liu i sur. (2015.) utvrdili su da je sojina slama jeftin i bogat obnovljiv izvor biomase velikog potencijala, održiv izvor energije i kemikalija (Ashori, 2014). Obnovljive izvore biomase sve se više smatra važnima za razvoj održivog industrijskog društva i za upravljanje smanjenjem emisije stakleničkih plinova. Biološka vlakna iz poljoprivrednih ostataka kao što je sojina slama su široko rasprostranjeni, jeftini, reciklažni, svestrani i bio razgradiv obnovljiv izvor lignocelulozne mase (McKendry, 2002., Liu, 2005.). Većina ostataka uobičajene su upotrebe biljaka koja razvija svoje potencijale vlakana u jednoj vegetacijskoj sezoni (Ashori, 2006), kao

što su ostaci od pšenice, pamuka, riže i trske. Čak i otpad komadića trave djeluje kao važan izvor vlakana u zemljama poput Kine gdje postoji nedostatak drvene mase (Nemli, 2009). Ustvari, velik nedostatak drveta tijekom posljednjih desetljeća u kombinaciji s istodobnim globalnim padom šumskih resursa potaknuo je istraživače diljem svijeta da istraže niz potencijalnih alternativnih sirovina kao što su biomasa od ne drvenih sirovina (Akgula i Camibel, 2008). Uz svoju ulogu u drvnoj industriji lignocelulozna biomasa od poljoprivrednih ostataka također je potencijalni izvor obnovljivih sirovina za proizvodnju biogoriva i za preradu u bio-rafinerijama (Ragauskas, 2006., Lucia, 2008).

Slama soje u današnjici koristi se uglavnom kao hrana za životinje, spaljuje se i dobiva energija u ruralnim prostorima ili ostavljena na polju kao žetveni ostatak (Zhu, 2008., Terashima, 2009). Nažalost, ove trenutne namjene će neizbježno rezultirati zagađenjem okoliša, kao i gubitkom resursa, osobito s obzirom na potencijal sojine slame, koja je bogata u celulozom, hemicelulozom i proteinima i ostalim organskim tvarima. Sojina slama može povećati sadržaj organskog ugljika u tlu, poboljšati njegovu plodnost i utjecati na obradu tla.

Prema novijim istraživanjima sojina slama može se koristiti za uklanjanje teških metala i boja iz vodenih otopina kao (Zhu, 2008., Ashori, 2014). Neki istraživači su također predložili da se može koristiti za proizvodnju prirodnih celuloznih tehničkih vlakana čija je struktura i svojstva slična celuloznim vlaknima koja su trenutno u uporabi (Wang i Sain, 2007., Reddy i Yang, 2009., citiraju Liu i sur. 2015.). Ove težnje ne bi trebale samo dodati vrijednost soje kao kulture nego i osigurati održivi izvor vlakana (Castro, 1991., citiraju Liu i sur. 2015.). Iz navedenog proizlazi da je soja i održivi izvor vlakana.

U cjelini, višestruko korištenje sojine slame moglo bi donijeti ogromne globalne, ekonomske, ekološke i društvene koristi. Još se više istraživanja mora provesti na dva temeljna područja kako bi znanstvenici još mogli napredovati u tim istraživanjima. Prvo se mora dobro proučiti sastav sojine slame, mikrostrukturu i svojstva, a drugo važno je utvrditi koja bi bila najnaprednija ekološki obnovljiva uporaba (Hames, 2003., Hamelinck, 2005.).

Od sojine slame možemo i dobiti agro pelete, oni su proizvod koji se dobiva prešanjem pod velikim pritiskom suhe sojine slame ili drugih biomasa, a bez dodavanja bilo kakvih vezivnih sredstava.



Slika 4. Peleti od sojine slame

http://slideplayer.com/slide/1434220/4/images/24/Soybean+Hull+Pellets.jpg

Liu i sur. (2015) su utvrdili da je sojina slama odlična sirovina ne-drvenih vlakana, a proizvodnja biorazgradivih malčiranih ostataka slame ne samo da može smanjiti zagađenje nego i povećati vrijednost sojine slame. Zbog paljenja ostataka sojine slame smatraju da je u Kini došlo do zagađenja.

Slama soje je obnovljivi izvor od poljoprivrednih ostataka koji se mogu koristiti za proizvodnju lignocelulozno bioetanola (Kim, 2017).

Zhu i sur. (2017) proučavali su dobivanje metana i etanola iz različitih supstrata uključujući mješavinu stajskog gnoja porijeklom s mliječnih farmi sa sojinom slamom, mješavine svinjskog gnoja sa sojinom slamom i samo sojine slame tijekom anaerobne digestije u trajanju od 30 i 60 dana pri mezofilnim uvjetima. Nakon 60 dana u uzorcima koji su nastali miješanjem stajskog gnoja koji potječe sa mliječnih farmi i sojine slame, utvrđen je najveći prinos metana i najmanji prinos etanola. Nakon 30 dana anaerobne digestije u uzorcima sojine slame utvrđen je najmanji prinos metana, ali i najveći prinos etanola.

Matin i sur. (2017) utvrdili su da je sortiment soje imao utjecaja na goriva i negoriva svojstva soje, kao i na ogrjevnu vrijednost. Utvrdili su da je slama soje kvalitetna lignocelulozna biomasa i može se koristiti za proizvodnju druge generacije biogoriva.

2.3. Strategije skupljanja žetvenih ostataka

Kod različitih kultura postoje različite strategije skupljanja njihovih žetvenih ostataka. Tako prema Graham i sur. kukuruzovina se može skupljati na dva načina odnosno dvije strategije. Prema prvoj strategiji skupljaju se i baliraju samo oni žetveni ostaci koji direktno ostaju ispod kombajna. Druga strategija gdje kombajn usitni sa malčerom i razbaca širom kukuruzovinu te nakon toga ide se sa grabljama u skupljanje kukuruzovine u zbojeve i nakon toga slijedi baliranje. (Graham i sur. 2007).

Martinov i sur. (2014) su utvrdili su da je moguće u prosječnim vremenskim uvjetima prikupiti oko 40 % žetvenih ostataka soje.

Povećanje vlage u soji tijekom baliranja otežava baliranje zbog toga što slama postaje sve manje i manje elastična (Liu i sur. 2015.).

2.4. Učinkovitost prikupljanja slame

Količina sakupljene sirovine ovisi o mehanizaciji, ali i o stanju žetvenih ostataka. Pretpostavlja se da barem 25% kukuruzovine ostaje u polju zbog ograničenja opreme za sakupljanje i da se više od 75% kukuruzovine ni u kojem slučaju ne može pokupiti sa polja (Montross i sur., 2002; Schechinger i Hettenhaus, 2004). Na eksperimentalnim poljima Montross i sur. (2002.) zabilježili su učinkovitost sakupljanja od 38% samo za operaciju baliranja, 55% učinkovitosti za operacije grabljanja i baliranja i 64% učinkovitosti za operacije košenja, grabljanja i baliranja. Schechinger i Hettenhaus (2004.) zabilježili su učinkovitost sakupljanja od 40 do 50% bez operacije grabljanja i 70% učinkovitosti sa operacijom grabljanja.

Martinov i sur. (2014.) utvrdili su da je učinkovitost prikupljanja sojine slame u 2011. godini iznosila 39.6 % dok je u 2012. godini učinkovitost bila nešto manja 34.2 %.

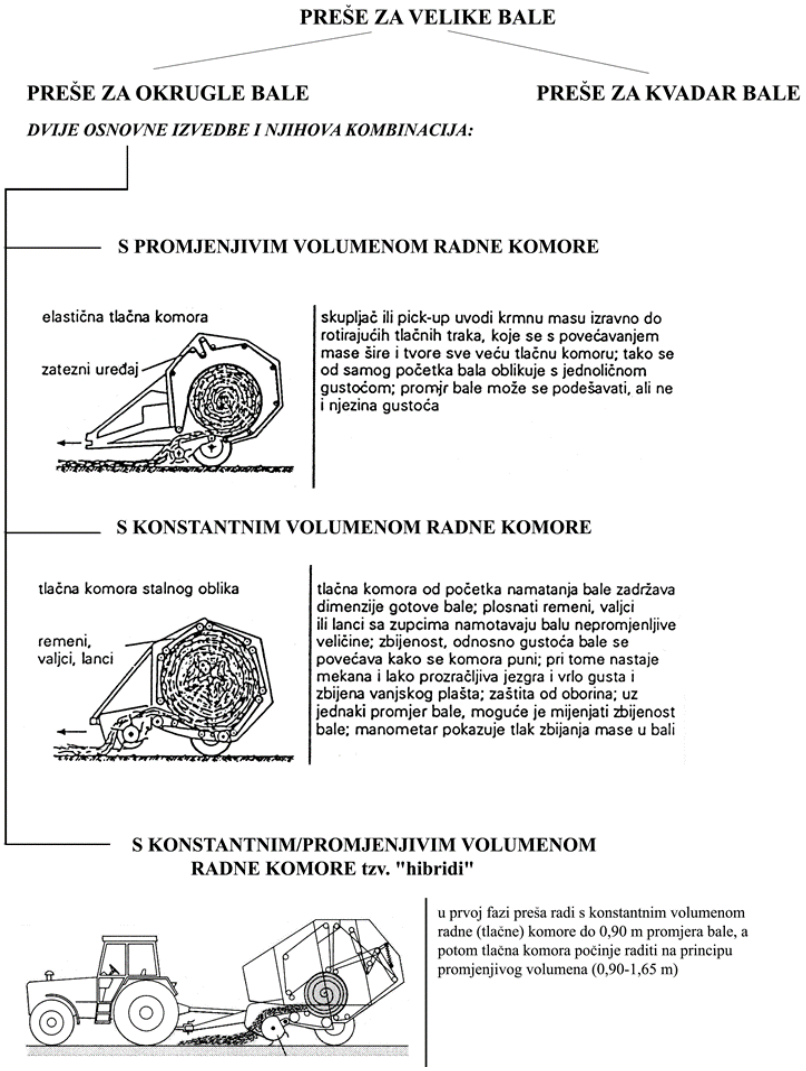
Petrolia (2006) je utvrdio da je učinkovitost prikupljanja kukuruzovine 30 % korištenjem samo operacija baliranja, dok je uz korištenje malčera, grablji i balirke učinkovitost je bila veća iznosila je 40 %.

Ozima uljana repica pri prosječnim prinosima sjemena od 3 – 3,5 t/ha (9% vlage) postiže prinose suhe tvari slame i praznih komuški od 9 – 11 t/ha. Međutim sa konvencionalnim načinom žetve (ostavljajući strnište) i postojeće mehaničke strojeve za baliranje, sa polja se

obično može efektivno iskoristiti samo 60 % slame, uz prinos od 5 – 7 t/ha (Stamatelatou, 2011). Schmidt (1998) također navodi kako prinosi slame uljane repice iznose oko 6 t/ha. Uljana repica daje značajan volumen slame, ali pri žetvi se lomi na male komade i posljedično tome povezuje se sa niskim prinosom, koji je kod jare repice 2,5 t/ha (Snodin i sur., 2001). Manje optimistični autori navode prinos slame od 1,5 t/ha (Newman, 2003).

2.5. Preše za valjkaste bale

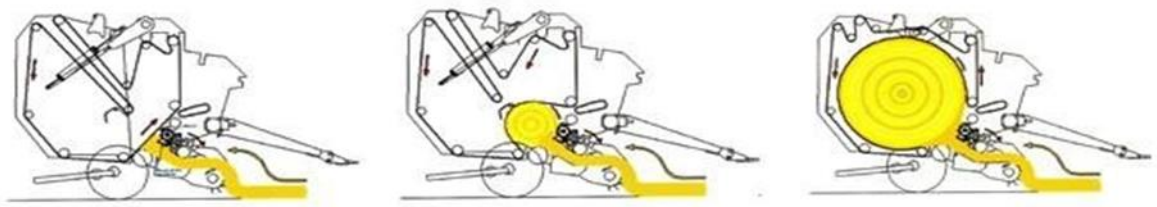
Preše za valjkaste bale ili rotobalirke rade na principu namotavanja i istovremenog tlačenja krmne mase pri čemu pick-up uređaj podiže masu s tla i uvodi je u komoru preše. U primjeni su dvije osnovne vrste preša za valjkaste bale: s promjenjivim volumenom (elastičnom) tlačne komore i s konstantnim (stalnim) volumenom tlačne komore.



Slika 5. Preše za velike bale
Izvor: Skripta Dubravko Filipović

2.5.1. Preše s elastičnom tlačnom komorom sa pick-up uređajem

Kod preše s elastičnom tlačnom komorom masa se rotira pomoću gumiranih beskonačnih traka. Od samog se početka oblikuje bala, te se može podešavati promjer bale. Bala se omata mrežom 2-3 kruga te se nakon toga bala izbacuje van. Omatanje bale traje 10 – 45 sekundi.

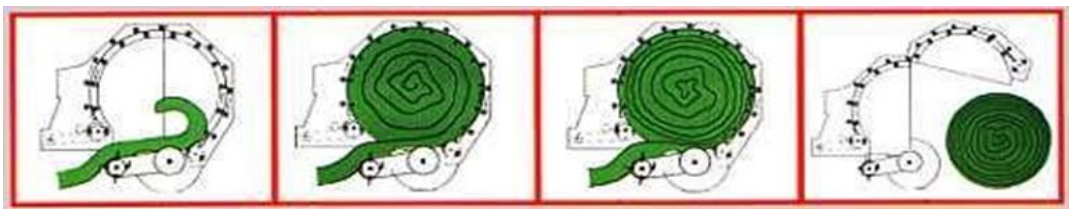


Slika 6. Preše s elastičnom tlačnom komorom

http://agrometal.si/assets/images/Gallignani/Gallignani%20V6.jpg

2.5.2. Preše s komorom stalnog oblika sa pick-up uređajem

Preša se sastoji od sakupljačkog (pick-up) uređaja koji može biti različitog zahvata (1,5 m – 2,4 m) koji opružnim zupcima biljnu masu s tla ubacuje u kratki transportni kanal. Kod preše s tlačnom komorom stalnog volumena, tlačna komora od početka namatanja bale zadržava dimenzije gotove bale. Masa se u komori namata pomoću niza rotirajućih valjaka ili pomoću beskonačne lančaste trake s poprečnim letvama. Zbijenost bale povećava se kako se komora puni. Manometar na preši pokazuje tlak zbijanja mase u bali, zbijenost mase može se mijenjati. Bala se omata mrežom 2-3 kruga te se nakon toga bala izbacuje van. Omatanje bale traje 10 – 45 sekundi.



Slika 7. Shema rada preše s komorom stalnog oblika sa pick-up uređajem

Izvor: http://wfwelliver.com/Krone/kr-260a.jpg

2.6. Preše za četvrtaste bale

Preše za male četvrtaste bale služe za prešanje krme u praktične male bale. Najčešće dimenzije malih bala su 50 cm (širina), 30 – 35 cm (visina) i 50 – 100 cm (dužina). Krmnu masu zahvaća i diže u pick – up uređaj sa bubnjem, dodaje transportnom uređaje u poprečnom kanalu iz kojeg masa odlazi u uzdužni kanal za prešanje, oblikovanje i vezanje bale.



Slika 8. Preša za male četvrtaste bale

https://technikboerse.com.hr/view/second-hand-stroj/balirke-sa-visokim-pritiskom/5193659/welger-ap-42.html

Na većim gospodarstvima male preše zamijenile su velike vučene preše u kojima se oblikuju bale, čije su dimenzije usklađene s dimenzijama transportnog sredstva. Širina i visina kod većine preša su iste (80 x 80 cm), a kod drugih različite (120 x 70 cm). Dužina bala može biti od 60 cm do 220 – 240 cm. Kod takvih preša prešanje je u pravcu rada, a vezanje bala obavlja četiri ili šest vezača. (Zimmer i sur. 2008)



Slika 9. Preša za velike kvadarne bale

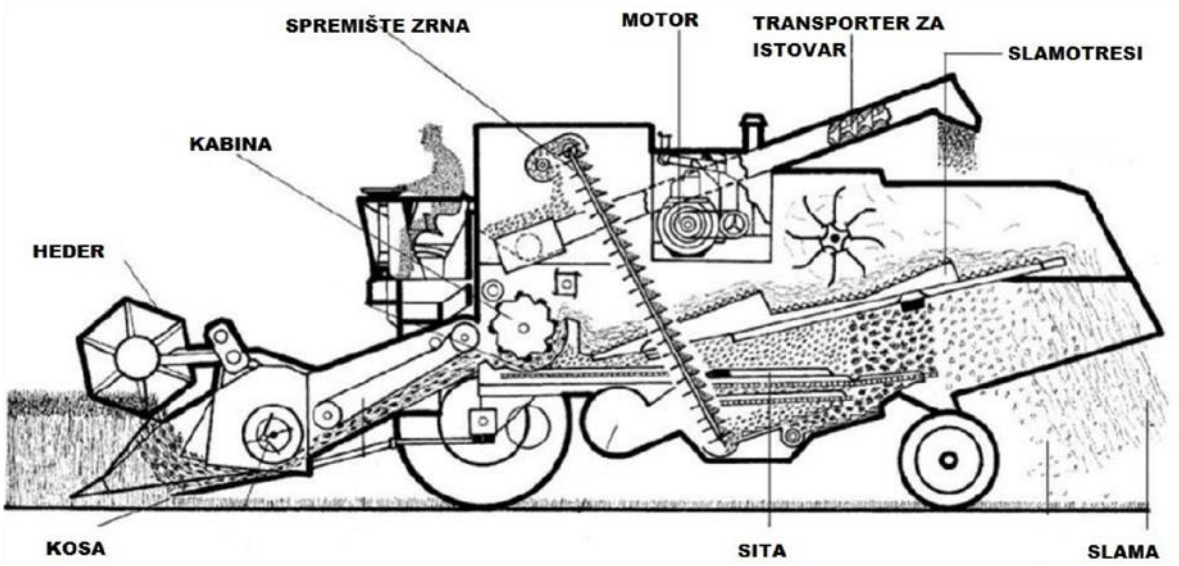
https://www.youtube.com/watch?v=RMMsdI3vJOI

2.7. Žetva soje

Žetva soje obavlja se univerzalnim žitnim kombajnom. Na OPG-u Mesar Drago žetva se obavlja kombajnom marke Deutz Fahr 1302. Kombanj se koristi za vlastite potrebe i uslužnu djelatnost. Kombajn se sastoji od nekoliko osnovnih sklopova:

- žetvenog uređaja (hedera),
- uređaja za vršidbu,
- pogonskog uređaja,
- hidrauličnog sustava,
- sustava za kretanje i upravljanje i
- dodatnih – pomoćnih uređaja.

Osnovni sklopovi sastoje se od većeg ili manjeg broja dijelova, koji su funkcionalno i tehnički vezani u jednu cjelinu. Zadatak radnih dijelova je da žitnu masu odrežu ili otkinu, podignu, dopreme do vršidbenog uređaja gdje se odvoji zrno od dijelova koji nisu zrno, zatim zrno na sustavu za čišćenje očiste i konačno prenesu u spremnik, a da dio žitne mase koja nije zrno odlože u otkos na polje ili usitne i ujednačeno raspodjele po polju (Zimmer i sur. 2009.).



Slika 10. Shematski prikaz rada univerzalnog žitnog kombajna

Odluku o tome koliko se žetvenih ostataka može održivo prikupiti, mora se donijeti na osnovi učinaka sljedećih čimbenika (Wortmann i sur., 2012):

- raspoloživost hranjiva u tlu,

- sadržaj organske tvari u tlu,

- erozija vodom i otjecanje vode,

- erozija vjetrom,

- dostupnost vode u tlu,

- prinos, i

- ekonomičnost (učinkovitost).

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo ˝Mesar Drago˝

Obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo ˝Mesar Drago˝ osnovano je 2004. godine. OPG uz nosioca broji još dva člana. OPG bavi se ratarskom i stočarskom proizvodnjom. Poljoprivredna proizvodnja odvija se na 55 hektara na kojima se uzgajaju kukuruz, pšenica, uljana repica, soja, tritikale (pšenoraž) i zob. Osim toga OPG bavi se tovom junadi (30 grla stoke). U svom poslovanju OPG prati trendove moderne poljoprivrede te svake godine modernizira vozni park i mehanizaciju i ostvaruje zavidne prinose. Razvoju i povećanju OPG-a se teži i u narednim godinama što se može zaključiti po planiranoj nabavci nove mehanizacije većeg kapaciteta/učinka kroz programe ruralnog razvoja i povećanju površina koje OPG planira dobiti na natječaju za zakup zemlje u Općini Grubišno Polje i Općini Veliki Grđevac.

Poljski pokus proveden je na 3 parcele na lokaciji u Velikoj Barni. Soja je uzgajana na tablama naziva Donje Ograde i Gavranovo. Svojstva tla na tabli Donje Ograde prikazane su u tablici 4.

Tablica 4. Svojstva tla na tabli Donje Ograde

oznaka uzorka	**pH**		**%**		**AL-mg/100g**	
	H_2O	**nKCl**	**humus**	**N**	**P_2O_5**	**K_2O**
K.O. Grubišno polje – Donje Ograde, površina 3 ha	6,21	5,11	2,08	0,11	11,39	13,00

Sjetva soje obavljena je u optimalnom roku sjetve, 16. i 17. travnja 2017. godine. U ovom istraživanju na OPG-u korištene su tri sorte (Lucija, Ika i Galina).

U nastavku se navode njihova najvažnija svojstva.

a) Lucija: Lucija je vrlo rana sorta (00-0 grupa zriobe), otporna na polijeganje, visoke tolerantnosti na glavne bolesti soje i na pucanje mahuna. Ima visok potencijal rodnosti

(do 5 t/ha). Količina bjelančevina u zrnu do 42%, a ulja preko 23%. (https://www.agroportal.hr/agro-baza/sortne-liste/ratarske-kulture/soja-ratarske-kulture/10212

b) Ika: Srednje rana sorta, 0-I grupe zriobe. Zbog izrazite adaptabilnosti u različitim klimatskim i zemljišnim uvjetima proizvodnje, iznimnoj stabilnosti i odličnoj rodnosti i kvaliteti, najtraženija i najrašireniji sorta soje na sjetvenim površinama u Hrvatskoj. Zbog navedenih svojstava i rodnosti, vrlo brzo se širi na inozemnim tržištima. (https://www.poljinos.hr/proizvodi-usluge/soja-suncokret/soja/ika-i1/)

c) Galina: Sorta soje NS Galina je posebno povoljna za organsku proizvodnju. U intenzivnim uvjetima proizvodnje ostvaruje izuzetno visok prinos, iznad 4,5 t/ha, a odlikuje se odličnom otpornošću prema različitim agroekološkim uvjetima. Galina je rana sorta, grupe zrenja 0, dužine vegetacije 115 do 120 dana. (http://www.nsseme.com/?p=3858)

Predkultura na parceli Donje Ograde bio je kukuruz, a na parceli Gavranovo nalazila se pšenica. Sjetva je obavljena žitnom sijačicom Isaria na međuredni razmak od 25 cm. Sjetvena norma bila je 98 kg/ha. U osnovnoj obradi u tlo je zaorano 300 kg/ha gnojiva NPK 7:20:30, zatim je u predsjetvenoj obradi dodano 250 kg/ha NPK 15:15:15. Prije sjetve sjeme soje je bakterizirano sa bakterijama Bradhyrhizobium japonicum. Zaštita usjeva soje od korova provedena je u više navrata herbicidima Dual, Harmony i Laguna. Herbicidi su se pokazali izvrsnima, jer je soja bila čista i bez korova. Praćenjem porasta soje utvrđen je slabiji razvoj kvržičnih bakterija te su zbog toga obavljene dvije prihrane. Žetva je obavljena univerzalnim žitnim kombajnom Deutz Fahr (slika 11.), 25. listopada 2017.



Slika 11. Univerzalni žitni kombajn Deutz Fahr (snimio Hrvoje Mesar)

Prije mehanizirane žetve soje koja je obavljena 24. listopada 2017 na svakoj pokusnoj parceli određena su tri mjesta na kojima su uzeti uzorci biljaka (površina s koje su uzeti uzorci biljaka bila je jedan m^2). Na odabranim mjestima biljke su ručno pokošene i stavljene u papirnate vreće. U uzorcima biljaka koji su uzeti u polju prije žetve određeni su: broj biljaka/m^2, prosječna visina biljaka, prosječan broj mahuna, a određeni su još i maseni udjeli listova, mahuna, stabljika i zrna. Na kraju je određen i žetveni indeks. Maseni udjeli listova, mahuna, stabljika i zrna određeni su nakon sušenja u laboratorijskoj sušnici. Svi rezultati u istraživanju svedeni su na 13 % vode.

Nakon žetve obavljeno je prešanje sojine slame u valjkaste bale 125x125 cm. Korištena je preša Welger RP 220 Farmer s pick up uređajem i traktor Zetor Forterra 114.41.

Traktor Zetor Forterra 114.41 proizveden je 2007. godine u tvornici traktora Zetor u Brnu. OPG Mesar kupio ga je novog uz sufinanciranje Republike Hrvatske preko mjere „kapitalna

ulaganja“. Traktor ima 120 konjskih snaga ili 89 kilowata, pogon na sva 4 kotača i ima 4.2L motor sa 4 cilindra. Težina traktora je 4.800 kg sa utezima. Dimenzije prednjih guma su 14.9 - 24 , dok su dimenzije stražnjih guma 18.4 - 38. Na OPG-u traktor je napravio 4.000 radnih sati te nije bilo većih kvarova.

Preša Welger RP 220 Farmer se sastoji od sakupljačkog ili pick-up uređaja zahvata 2,20 metara i podesiva mu je visina rada, koji opružnim zupcima skuplja i podiže biljnu masu u kratki transportni kanal. U transportnom kanalu nalazi se pomoćni bubanj koji masu nosi u komoru balirke. Fiksna komora se sastoji od 12 profiliranih valjaka koji oblikuju balu. Kada je bala gotova omata se mrežom 2-3 kruga što traje 10-20 sekundi, nakon toga se pomična vrata podižu upravljanjem iz traktora i bala ispada na tlo. Nadzor nad prešom obavlja se iz traktora uz pomoć računala, a podizanje vrata na komori i podešavanje visine rada pick-up uređaja obavlja se također iz traktora.



Slika 12. Zetor Forterra sa prešom Welger u radu (snimio Hrvoje Mesar)

Bale sojine slame prevezene su sa parcela do ekonomskog dvorišta. Utovar bala na prijevozno sredstvo obavljeno je traktorom Zetor 7211 sa prednjim utovarivačem (slika 13). Traktor Zetor 7211 proizveden je 1986. godine u tvornici traktora Zetor u Brnu. Snage je 68 konjskih snaga ili 50 kilowata. Ima pogon samo na zadnje kotače. Traktor ima 14.000 radnih sati te još vrlo dobro radi. Utovarivač je naknadno ugrađivan na njega.



Slika 13. Zetor 7211 u radu sa utovarivačem (snimio Hrvoje Mesar)

Procjena količine dušika, fosfora i kalija koje se nalaze u sojinoj slami i koje bi eventualno trebalo nadoknaditi nakon baliranja, napravljena na osnovu dostupnih podataka iz literature.

Dobiveni podaci za sve pokazatelje istraživanja statistički su obrađeni računalnim programom SAS (SAS Institute, 1990) metodom analize varijance (ANOVA). Značajnost razlika između promatranih pokazatelja utvrđena je F-testom na razini vjerojatnosti p=0.05.

4. REZULTATI I RASPRAVA

Dobiveni rezultati iz istraživanja prikazani su za svaku sortu. Prvi dio rezultata odnosi se na agronomska svojstva istraživanih sorata, a drugi dio rezultata na učinkovitost prikupljanja sojine slame.

4.1. Agronomska svojstva istraživanih sorata

4.1.1. Sorta Lucija

Broj biljaka po hektaru kod sorte Lucija iznosio je u prosjeku 346.666. Prosječna visina biljaka iznosila je 48,3 cm, a prosječni broj mahuna po biljci iznosio je 23,5. Prosječna masa slame iznosila je 2.267 kg/ha, a prosječni prinos zrna bio je 2.572 kg/ha. Prosječni žetveni indeks iznosio je 53 %.

Tablica 5. Agronomska svojstva sorte Lucija

Lucija	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3	Prosjek
Broj biljaka/ha	306.666	400.000	333.333	346.666
Prosj. visina biljaka (cm)	51,6	43,5	51,2	48,3
Prosj. broj mahuna po biljci	25,7	20,9	24,4	23,5
Masa stabljike (kg/ha)	1.023	1.008	1.129	1.053
Masa lišća (kg/ha)	59,2	112	65	79
Masa mahuna (kg/ha)	1.130	1.148	1.126	1.135
Masa slame ukupno (kg/ha)	2.212	2.268	2.320	2.267
Masa zrna (kg/ha)	2.490	2.549	2.678	2.572
Ukupno (kg/ha)	4.702	4.817	4.998	4.839
Žetveni indeks (%)	53	53	54	53

4.1.2. Sorta Galina

Sorta Galina je ostvarila prosječan broj biljaka po hektaru od 297.777. Prosječna visina biljaka iznosila je 48,0 cm, a prosječan broj mahuna po biljci iznosio je 24,7. Prosječna masa slame iznosila je 2.095 kg/ha, dok je prosječni prinos zrna iznosio je 2.427 kg/ha. Prosječni žetveni indeks iznosio je 54 %.

Tablica 6. Agronomska svojstva sorte Galina

Galina	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3	Prosjek
Broj biljaka/ha	333.333	293.333	266.666	297.777
Prosj. visina biljaka (cm)	44,3	51,2	49,1	48,0
Prosj. broj mahuna po biljci	22,6	25,6	26,4	24,7
Masa stabljike (kg/ha)	937	1.024	1.066	1.009
Masa lišća (kg/ha)	40	16	0	19
Masa mahuna (kg/ha)	959	1.133	1.092	1.061
Masa slame ukupno (kg/ha)	1.955	2.173	2.158	2.095
Masa zrna (kg/ha)	2.268	2.634	2.379	2.427
Ukupno (kg/ha)	4.223	4.807	4.537	4.522
Žetveni indeks (%)	54	55	52	54

4.1.3. Sorta Ika

Sorta Ika ostvarila je prosječan broj biljaka po hektaru od 342.222. Prosječna visina biljaka iznosila je 42,3 cm, dok je prosječan broj mahuna iznosio 20. Prosječna masa slame sorte Ika iznosila je 1.825 kg/ha, a prosječna masa zrna iznosila je 2.043 kg/ha. Žetveni indeks iznosio je 53 %.

Tablica 7. Agronomska svojstva sorte Ika

Ika	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3	Prosjek
Broj biljaka/ha	360.000	320.000	346.667	342.222
Prosj. visina biljaka (cm)	39,9	42,4	44,8	42,3
Prosj. broj mahuna po biljci	15,8	21,9	22,6	20,0
Masa stabljike (kg/ha)	796	853	983	877
Masa lišća (kg/ha)	85	45	68	66
Masa mahuna (kg/ha)	708	861	1.075	881
Masa slame ukupno (kg/ha)	1.589	1.759	2.126	1.825
Masa zrna (kg/ha)	1.716	2.021	2.392	2.043
Ukupno (kg/ha)	3.305	3.780	4.518	3.868
Žetveni indeks (%)	52	53	53	53

Dobiveni žetveni indeks od 53 % do 54 % u skladu je s ostalim istraživanjima koje su proveli Pedersen i Lauer (2004).

Od ukupne količine slame koja je u prosjeku utvrđena kod sorte Lucija, suhe mahune čine 50,07%, suha stabljika 46,45%, a suho lišće 3,48%. Kod sorte Galina, u ukupnoj količini slame, suhih mahuna bilo je u prosjeku 50,79%, suhih stabljika 48,30%, a lišće je bilo manje od 1%. Kod sorte Ika u slami su podjednako zastupljene suhe stabljike i mahune, dok je lišća bilo 3,62%.

Broj biljaka nije bio isti kod svih sorata. Iako kod sorte Ika nije utvrđen najmanji prosječni broj biljka po jedinici površine, utvrđen je najmanji prinos kako zrna tako i slame zbog štete od divljači. Iz dobivenih podataka se može utvrditi da se ipak s povećanjem broja biljaka po jedinici površine, može očekivati i veći prinos zrna i veća količina slame, što ovisi o broju mahuna.

4.2. Učinkovitost baliranja

Na osnovi podataka koji su dobiveni analizom uzoraka koji su uzeti ručno prije žetve i podataka o baliranju nakon žetve određena je učinkovitost baliranja. Učinkovitost baliranja je količina slame koja se može prikupiti mehanizacijom u odnosu prema količini slame koja je bila na polju prije žetve. Podaci o učinkovitosti baliranja prikazani su po sortama. U uzorcima biljaka koji su uzeti ručno određena je vlaga i količina slame po hektaru prije žetve (teoretski prinos slame). Teoretski prinos slame sveden je na 13 % vlage. Nakon žetve obavljeno je baliranje i zbog tehničkih problema nije određena vlaga slame u trenutku baliranja. Stoga je kao vlaga u baliranju uzeta vrijednost od 40 %, jer je analizom dostupne literature utvrđeno da kada je vlaga zrna soje 13 % vlaga slame približno iznosi 40 %.

Literaturni podaci govore da je vlažnost stabljike oko 40% pri 14-18% vlažnosti zrna.

4.2.1. Učinkovitost baliranja sorte Lucija

Iz tablice br. 6 za sortu Lucija možemo utvrditi da učinkovitost baliranja varira od 48 % do 49,6 %. Teoretski prinos slame iznosio je od 2.226 do 2.333 kg/ha. Prinos slame pod uvjetom da je vlaga slame u baliranju 40 % iznosio bi od 3.206 do 3.312 kg/ha. Kod sorte Lucija baliranjem je prikupljeno 1.592 kg/ha.

Tablica 6. Teoretski prinos slame i učinkovitost baliranja sorte Lucija

Broj uzorka	Masa slame u lab. (kg/ha)	Vlaga u laboratoriju (%)	Vlaga u baliranju (%)	Masa slame u polju (kg/ha)	Površina (ha)	Masa prikupljene slame (kg/ha)	Učinkovitost (%)
Lucija 1	2.226,7	13,28	40	3.206,9	1	1.592,2	49,6
Lucija 2	2.272,0	13,63	40	3.248,9	1	1.592,2	49,0
Lucija 3	2.333,0	14,75	40	3.312,8	1	1.592,2	48,1

4.2.2. Učinkovitost baliranja sorte Galina

Učinkovitost baliranja sorte Galina iznosila je od 46 do 51 % (tablica 7). Teoretski prinos slame iznosio je od 1.981 do 2.195 kg/ha. Prinos slame pod uvjetom da je vlaga u baliranju iznosila 40 % iznosi od 2.832 do 3.138 kg/ha. Kod sorte Galina baliranjem je prikupljeno 1.452 kg/ha.

Tablica 7. Teoretski prinos slame i učinkovitost baliranja sorte Galina

Broj uzorka	Masa slame u lab. (kg/ha)	Vlaga u laboratoriju (%)	Vlaga u baliranju (%)	Masa slame u polju (kg/ha)	Površina (ha)	Masa prikupljene slame (kg/ha)	Učinkovitost (%)
Galina1	1.981,0	14,08	40	2.832,8	1	1.452,8	51,28
Galina2	2.195,0	13,77	40	3.138,8	1	1.452,8	46,29
Galina3	2.175,0	13,62	40	3.132,0	1	1.452,8	46,39

4.2.3. Učinkovitost baliranja sorte Ika

Iz tablice 8. vidimo da je teoretski prinos slame iznosio je od 1.632 do 2.173 kg/ha. Prinos slame pod uvjetom da je vlaga u baliranju iznosila 40 % iznosi od 2.317 do 2.988 kg/ha. Učinkovitost baliranja sorte Ika iznosila je od 29 do 37 %. Kod sorte Ika baliranjem je prikupljeno 865 kg/ha. Kod sorte Ika učinkovitost je niža nego kod sorti Lucija i Galina zbog toga što je dio usjeva propao zbog štete od divljih svinja koja je procjenjena na 40 % od strane Croatia Osiguranja.

Tablica 8. Teoretski prinos slame i učinkovitost baliranja sorte Ika

Broj uzorka	Masa slame u lab. (kg/ha)	Vlaga u laboratoriju (%)	Vlaga u baliranju (%)	Masa slame u polju (kg/ha)	Površina (ha)	Masa prikupljene slame (kg/ha)	Učinkovitost (%)
Ika 1	1.632,0	14,59	40	2.317,4	1	864,7	37,31
Ika 2	1.816,0	14,93	40	2.560,5	1	864,7	33,77
Ika 3	2.173,0	17,12	40	2.988,7	1	864,7	28,93

4.3. Analiza varijance i korelacije agronomskih svojstava soje

Iz tablice 9. agronomskih svojstava može se vidjeti da je prinos zrna kod sorte Ika bio zbog štete od divljači 16 % manji nego kod sorte Galina, masa slame također zbog štete od divljači razlikuje se kod sorte Ika u odnosu na sortu Lucija za 20 %. Ukupna masa biljke kod sorti Lucija i Galina u odnosu na sortu Ika veća od 15 do 21 %. Analizom varijance utvrđena je statistički značajna ($p<0,05$) razlika u učinkovitosti baliranja kod sorte Ika u odnosu na sorte Lucija i Galina. Kod ostalih primjera nema statistički značajne razlike.

Tablica 9. Analiza varijance agronomskih svojstava soje (srednja vrijednost ± SD)

SORTA	Lucija	Galina	Ika
Broj biljaka / ha	346.666 ± 48.074	297.777 ± 33.555	342.222 ± 20.367
Masa zrna (kg/ha)	2.572 ± 96,1	2.427 ± 187,7	2.043 ± 338,5
Masa slame (kg/ha)	2.266 ± 54,0	2.095 ± 121,8	1.824 ± 274,5
Ukupna masa biljke (kg/ha)	4.839 ± 149,2	4.522 ± 292,3	3.867 ± 611,2
Žetveni indeks	0,53 ± 0,01	0,54 ± 0,02	0,53 ± 0,01
Učinkovitost baliranja (%)	48,9 a* ± 0,80	48,0 a ± 2,85	33,3 b ± 4,21

* Srednje vrijednosti označene različitim slovima značajno se razlikuju na razini vjerojatnosti $p<0,05$

Između ukupne mase slame i mase zrna utvrđena je vrlo jaka pozitivna korelacija $R= 0,9715$ ($p<0,0001$). Vrlo jaka pozitivna korelacija utvrđena je i kod ukupne mase biljke i mase zrna $R=0.9944$ ($p<0,0001$), i također je još utvrđena vrlo jaka pozitivna korelacija kod ukupne mase biljke i mase slame $R=0,9911$ ($p<0,0001$).

Tablica 10. Vrijednosti korelacija agronomskih svojstava soje

	Broj biljaka	Masa zrna	Masa slame	Ukupna masa biljke	Žetveni indeks
Broj biljaka/ha	-				
Masa zrna	-0,1643	-			
Masa slame	-0,1153	0,9715**	-		
Ukupna masa biljke	-0,1436	0,9944**	0,9911**	-	
Žetveni indeks	-0,1029	0,5916	0,3919	0,5068	-
Učinkovitost baliranja	-0,1345	0,5155	0,5044	0,5142	0,3445

4.4. Fertilizacijska vrijednost žetvenih ostataka soje

Podaci o sadržaju dušika, fosfora i kalija u sojinoj slami preuzeti su iz istraživanja koje su proveli Kiš i sur. (2013). Iz navedenog rada može se utvrditi da je prosječni sadržaj dušika u slami 5 odabranih sorata soje iznosio 3,95 g/kg (3,95 kg po toni), prosječni sadržaj fosfora 2,95 g/kg (2,95 kg po toni) i prosječni prinos kalija 4,50 g/kg (4,50 kg po toni). Navedeni podaci iskorišteni su za procjenu fertilizacijske vrijednosti slame 3 sorte koje su korištene u ovom diplomskom radu.

Teoretski prinos slame od sorte Lucija iznosio je 2,26 tona što znači da je u toj količini slame bilo 8,9 kg dušika, 6,7 kilograma fosfora i 10,2 kilograma kalija.

Kod sorte Galina utvrđeno da je teoretski prinos iznosio 2,1 tona što znači da je u toj količini slame bilo 8,3 kilograma dušika, 6,2 kilograma fosfora i 9,4 kilograma kalija.

Teoretski prinos slame kod sorte Ika iznosio je 1,8 tona što znači da je u toj količini slame bilo 7,1 kilograma dušika, 5,3 kilograma fosfora i 8,1 kilograma kalija.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovi dobivenih rezultata iz ovog rada može se zaključiti sljedeće:

1. Količina žetvenih ostataka koji će se moći stvarno iskoristiti sa polja ovisi o više čimbenika, među kojima su pristupačnost hranjiva i sadržaj organske tvari.
2. Prinos zrna i količina slame razlikovale su se kod sorata koje su se koristile u ovom radu, ali nije utvrđena statistički značajna razlika između sorata.
3. Učinkovitost baliranja značajno se razlikovala između sorata.
4. Učinkovitost baliranja ovisi o sadržaju vode u slami u trenutku baliranja. Na učinkovitost baliranja utječe konstrukcija kombajna koji se koristi u žetvi i konstrukcija balirke.
5. Sa povećavanjem broj biljaka po jedinici površine povećava se i količina slame.
6. U slami sorata koje su korištene u ovom radu približno je jednak udio stabljike i mahuna, dok je udio lišća u slami puno manji.
7. Statistička obrada podataka pokazala je da postoji vrlo jaka pozitivna korelacija između mase slame i mase zrna, ukupne mase biljke i mase zrna i između ukupne mase biljke i mase slame.
8. U svrhu boljeg razumijevanja utjecaja čimbenika koji utječu na učinkovitost baliranja sojine slame potrebno je provesti dodatna istraživanja na području prikupljanja žetvenih ostataka, a koja nisu obuhvaćena ovim radom.

6. LITERATURA

1. Antonopoulou, G., Dimitrellos, G., Beobide, A. S., Vayenas, D., Lyberatos, G. (2015): Chemical pretreatment of sunflower straw biomass: The effect on chemical composition and structural changes, Waste Biomass Valorization 6 (5) 733. doi: https://doi.org/10.1007/s12649-015-9388-x
2. Carlson, J. B., Lersten,N. R. (1987.): Reproductive Morphology. Ur.:Wilcox J. R. Soybeans: Improvement, Productionand ses, Second Edition, American Society of Agronomy, Wisconsin, 95-134.
3. Carlson, J. B., Lersten,N. R. (2004.): Reproductive Morphology. Ur.: Boermaand H. R., Specth J. E.: Soybeans: Improvement, Productionand Uses. Third Edition American Society of Agronomy, Wisconsin, 59-95.
4. Charles, S. Wortmann; Robert, N. Klein; Charles, A. Shapiro (2012.): In: Harvesting Crop Residues (http://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/g1846.pdf)
5. EC (1997): White paper for a Community Stretegy and Action plan. Energy for the Future, Document (95), Luxemburg, 682.
6. Graham i sur. (2007) Agronomy Journal, January – February 2007, page 4.
7. Hesami, S. M., Zilouei, H., Karimi, K., Asadinezhad, A. (2015) Enhanced biogas production from sunflower stalks using hydrothermal and organosolv pretreatment, Ind. Crop. Prod. 76 449. doi: https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.07.018
8. Kiš, D., Sučić, B., Šumanovac, L., Antunović M. (2013) Energetska i fertilizacijska vrijednost žetvenih ostataka soje. Znanstveni članak.
9. Kovačić Đ., Kralik D., Rupčić S., Jovičić D., Spajić R., Tišmac M. (2017) Soybean Straw, Corn Stover and Sunflower Stalk as Possible Substrates for Biogas Production in Croatia. 31 (3) 187–198.
10. Liu, Shuang; Fang, Xin; Zhang, Ying; Chen, Hongrui; Chen, Haitao.(2015). Crushing pretreatment parameter optimization of soybean straw used as raw material of mulch. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, Volume 31, Number 2, 1 January 2015, pp. 333-338(6)
11. Liu, Z., Cao, Y., Wang, Z., Ren, H., Amidon, T. E., Lai, Y. (2015) The utilization of soybean straw. I. Fiber morphology and chemical characteristics, Bioresources 10 (2) 2266. doi: https://doi.org/10.15376/biores.10.2.2266-2280

12. Martinov M., Djordje Dj. (2014) Status of Bioenergy and Use of Crop Residues in Serbia. Use of agricultural residues for bioenergy 25th-26th September 2014, Kiev, Ukraine .
13. Matin, A., Krička, T., Bilandžija, N., Jurišić, V., Grubor, M., Antonović, A., Lakić, J., Voća, N. (2018): Utjecaj sortimenta na goriva i negoriva svojstva biomase stabljike soje. U: Rozman, V. & Antunović, Z. (ur.) Proceedings SA 2018. Osijek, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, 319-322.
14. Miller, G.T. (1992): Living in the enviroment. 7th ed Wadsworth, Belmont, 233.
15. Monlau, F., Kaparaju, P., Trably, E., Steyer, J. P., Carrere, H. (2015) Alkaline pretreatment to enhance one-stage CH4 and two-stage H2/CH4 production from sunflower stalks: Mass, energy and economical balances, Chem. Eng. J. 260 377.
16. Montross M.D., Prewitt R., Shearer S.A., Stombaugh T.S., McNeil S.G., Sokhasanj S. (2002). Economics of collection and transportation of corn stover. ASAE Paper 036081 presented at the Annual International Meeting of the American Society of Agricultural Engineers, Las Vegas, NV. 27 - 31 July 2003. ASAE, St. Joseph, MI.
17. Newman R. (2003). A trial burn of rape straw and whole crops harvested for energy use to assess efficiency implications. B/U1/00768/00/00 URN 03/1569. Department of trade and Industry, http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+/www.berr.gov.uk/files/file14920.pdf
18. Pantović M., Džamić R., Jakovljević M. (1985.): Praktikum iz agriohemije, Poljoprivredni fakultet, Beograd – Zemun.
19. Petrolia D. R. (2006). The Economics of Harvesting and Transporting Corn Stover for Conversion to Fuel Ethanol: A Case Study for Minnesota. Department of Applied Economics College of Food, Agricultural, and Natural Resource Sciences University of Minnesota, Staff Paper P06-12.
20. Pravilnik o dobrim poljoprivrednim i okolišnim uvjetima i uvjetima višestruke sukladnosti, N.N. 89/11
21. SAS (1990): SAS / STAT user's guide. Ver. 6., SAS Institute, Cary, NC, USA.
22. Schechinger, T.M., and J. Hettenhaus. (2004). Corn stover harvesting: Grower, custom operator, and processor issues and answers – report on corn stover harvest experinces in Iowa and Wisconsin for the 1997 – 97 and 1998 – 99 crop years. ORNL/SUB-0404500008274-01. NTIS, Springfield, VA.

23. Shmidt, A. (1988). Possibilities for the use of vegetable oils in the energy market. In: Pažanin J(ed) Proceedings of the In International Conference on Alternative Energy Sources: Today and for the 21th Century. Brioni Island, Yugoslavia
24. Seonghun Kim. (2017) Evaluation of Alkali-Pretreated Soybean Straw for Lignocellulosic Bioethanol Production. Jeonbuk Branch Institute, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology, 181 Ipsin-gil, Jeonge up 56212, Republic of Korea
25. Snodin H., Gow G., Garrad, A. (2001). Scotland`s Renewable Resource. Report to the Scottish Executive by Garrad Hassan and Partners Limited, https://www.gov.scot/resource/doc/47176/0014634.pdf
26. Stamatelatou, K. (2011). ˝Farming and Harvesting.˝ In: Advanced Oil Crop Biorefineries. Royal Society of Chemistry (A. Kazmi, A. Kraus, eds), Royal Society of Chemistry, 48 – 101.
27. Vratarić, M., Sudarić, A. (2000.): Soja (Glycine max (L.) Merr.). Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Poljoprivredni institu Osijek, Osijek, Hrvatska.
28. Vratarić, M., Sudarić,A.(2008.): Soja (Glycine max (L.) Merr.). Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Poljoprivredni institut Osijek,Osijek, Hrvatska.
29. Qi – Li Zhu, Li – Chun Dai, Bo Wu, Fu – Rong Tan, Wen – Guo Wang, Xiao – Yu Tang, Yan – Wei Wang, Ming – Xiong He, and Guo – Quan Hu. (2017.) Integrated Methane and Ethanol Production from Livestock manure and Soybean Straw. BioResources 12(2), 2284 – 2295

POPIS INTERNET STRANICA

1. https://www.agroklub.com/sortna-lista/uljarice-predivo-bilje/soja-88/
2. http://www.meteo.hr/klima.php?section=klima_podaci&param=k2_1&Godina=2016
3. https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/ljetopis/2017/sljh2017.pdf
4. http://www.fao.org/faostat/en/#home
5. http://www.nsseme.com/?p=3858
6. https://www.poljinos.hr/proizvodi-usluge/soja-suncokret/soja/ika-i1/
7. https://www.agroportal.hr/agro-baza/sortne-liste/ratarske-kulture/soja-ratarske-kulture/10212
8. https://hr.wikipedia.org/wiki/Soja
9. http://www.poljomagazin.com/?p=5576
10. https://www.fkit.unizg.hr/_news/31890/Tehnoeko%20-%20Slama.pdf
11. https://dl.sciencesocieties.org/publications/aj/abstracts/65/4/AJ0650040538?access=0&view=pdf
12. http://www.kingsagriseeds.com/minimize-waste-with-stover-and-straw/

ŽIVOTOPIS

Hrvoje Mesar rođen je 07. 11. 1992. u Zagrebu, Republika Hrvatska. Pohađao je Osnovnu školu koju završava s odličnim uspjehom i Opću gimnaziju u Grubišnom Polju koju je završio sa vrlo dobrim uspjehom. Državnu maturu polaže 2011. godine sa vrlo dobrim uspjehom. Nakon toga 2011. godine upisuje Agronomski fakultet u Zagrebu, preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivredna tehnika. BS studij završava u rujnu 2015. godine obranom završnog rada na temu Utjecaj faze rasta na kakvoću i prinos voluminozne krme ozime pšenice i zobi. Nakon završetka preddiplomskog studija upisuje sveučilišni diplomski studij Poljoprivredna tehnika - Mehanizacija na Agronomskom fakultetu.