Potencijalne i stvarne količine pšenične slame koje se mogu prikupiti na OPG-u

Zmaić, Antun

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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:204:578279

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

POTENCIJALNE I STVARNE KOLIČINE PŠENIČNE SLAME KOJE SE MOGU PRIKUPITI NA OPG-u

DIPLOMSKI RAD

Antun Zmaić

Zagreb, svibanj, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:
Biljne znanosti

POTENCIJALNE I STVARNE KOLIČINE PŠENIČNE SLAME KOJE SE MOGU PRIKUPITI NA OPG-u

DIPLOMSKI RAD

Antun Zmaić

Mentor: izv. prof. dr. sc. Željko Jukić

Zagreb, svibanj, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, Antun Zmaić, JMBAG 0178098034, rođen dana 08.01.1995. u Slavonskom Brodu,

izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

POTENCIJALNE I STVARNE KOLIČINE PŠENIČNE SLAME KOJE SE MOGU PRIKUPITI NA OPG-u

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 / studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta **Antun Zmaić**, JMBAG 0178098034, naslova

POTENCIJALNE I STVARNE KOLIČINE PŠENIČNE SLAME KOJE SE MOGU PRIKUPITI NA OPG-u

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo: potpisi:

1. izv. prof. dr. sc. Željko Jukić mentor _____
2. doc. dr. sc. Igor Kovačev član _____
3. prof. dr. sc. Lepomir Čoga član _____

Zahvala

Zahvaljujem se mentoru izv. prof. dr. sc. Željku Jukiću na savjetima, idejama i strpljenju tijekom pisanja ovog diplomskog rada. Hvala doc. dr. sc. Igoru Kovačevu, dipl. ing. Zlatku Koroncu, prof. dr. sc. Lepomiru Čogi i dipl. ing. Ani Matković na pomoći oko izrade diplomskog rada. Također, hvala svim profesorima s fakulteta koji su se trudili svoje znanje prenijeti nama studentima. Želim se zahvaliti svojim roditeljima, mami Ankici i tati Miji, sestrama Magdaleni i Katarini na podršci, motivaciji i vjeri u uspjeh. Veliko hvala mojoj supruzi Miji na podršci i međusobnoj pomoći koja nam je trebala na fakultetu. Hvala prijateljima i svima koji su na neki način pomogli na mom putu da postanem akademski građanin.

Sadržaj

1. Uvod 1

1.1. Cilj rada 3

2. Pregled literature 4

3. Materijal i metode 6

3.1 OPG Birtić 6

3.2. Lokacija pokusa 7

3.3. Agroekološki uvjeti 7

3.3.1. Tlo 7

3.3.2. Klimatski uvjeti 10

3.4. Agrotehnika 12

3.5. Sortiment 13

3.6. Uzimanje i obrada uzoraka 16

3.7. Žetva 17

3.8. Prešanje 19

4. Rezultati i rasprava 21

5. Zaključak 32

6. Popis literature 33

Životopis 37

Sažetak

Diplomskog rada studenta **Antuna Zmaića** , naslova

POTENCIJALNE I STVARNE KOLIČINE PŠENIČNE SLAME KOJE SE MOGU PRIKUPITI NA OPG-u

Pšenica je vodeća poljoprivredna kultura u svijetu i zasijana je na oko 25 % ukupnih obradivih površina te je zastupljena na svim kontinentima. Predstavlja važan dio u ljudskoj i životinjskoj prehrani. Pšenica je također važan izvor biomase, kojem svijet pridaje pažnju zbog sve većeg iscrpljivanja neobnovljivih izvora energije. Pšenica sudjeluje u proizvodnji biogoriva, gdje se od zrna i slame dobivaju tekuća (etanol) i kruta biogoriva (briketi/peleti). Proizvodnjom biogoriva iz zrna smanjuje se količina zrna za prehranu čovječanstva, pa se posljednjih godina pridaje pažnja razvoju biogoriva iz slame. Slama predstavlja važan izvor organske tvari, ima značajan utjecaj na biološka, kemijska i fizikalna svojstva poljoprivrednih tala i ne treba ju nipošto smatrati otpadom.

Cilj ovog diplomskog rada je odrediti koliko se može prikupiti pšenične slame s određene površine nakon žetve, kod dvije različite sorte pšenice: Kraljica i Sofru, strojevima i opremom koja se koristi na OPG-u. Osim toga, potrebno je utvrditi koliko se makrohranjiva (N, P i K) iznosi u određenoj količini slame koja se više neće vratiti u tlo kao organska tvar. Prinos slame bio je u rasponu od 8.900,9 kg/ha (prosjek, Sofru) do 9.648,8 kg/ha (prosjek, Kraljica), a učinkovitost prikupljanja je bila slična i kretala se od 21,53 % (prosjek, Sofru) do 23,69 % (prosjek, Kraljica). Usporedno tome, količina slame koja je iznesena po hektaru sadržavala je 11,17 kg N, 4,47 kg P i 22,34 kg K kod sorte Kraljica i 9,29 kg N 3,71 kg P i 18,57 kg kod sorte Sofru.

Ključne riječi: biomasa, pšenična slama, žetveni indeks, učinkovitost prikupljanja

Summary

Of the master's thesis – student **Antun Zmaić,** entitled

POTENTIAL AND ACTUAL QUANTITIES OF WHEAT STRAW THAT CAN BE COLLECTED ON FAMILY FARM

Wheat is a leading agricultural culture in the world and it is sown on about 25 % of total arable land and is present on all continents. It represents an important part in human and animal nutrition. Wheat is also an important source of biomass, which the world is paying attention, due to the increasing exhaustion of non-renewable energy sources. Wheat takes part in the production of biofuels, where grain and straw are raw materials for liquid (ethanol) and solid biofuels (briquettes / pellets). The production of biofuels from grain reduces the amount of grain for human nutrition, and in recent years, attention has been paid to the development of biofuel from straw. Straw represents an important source of organic matter, has a significant impact on the biological, chemical and physical properties of agricultural soils and does not need to be considered as waste.

The aim of this graduate thesis is to determine how much wheat straw can be collected from a specific area after harvest, of two different cultivars of wheat: Kraljica and Sofru, with machinery and equipment used on the family farm. Additionally, it is necessary to determine how much macronutrients (N , P and K) drawn out with straw that will no longer return to the soil as organic matter. The yield of straw was in the range of 8,900.9 kg/ha (average, Sofru) to 9,648.8 kg/ha (average, Kraljica), and the collection efficiency varied from 21,53 % (average, Sofru) to 23,69 % (average, Kraljica). At the same time, the amount of straw per hectare contained 11,17 kg N, 4,47 kg P and 22,34 kg K in the case of Kraljica and 9,29 kg N 3.71 kg P 18.57 kg in Sofru.

Key words: biomass, wheat straw, harvest index, collection efficiency

1. Uvod

Europsko vijeće na sjednici u ožujku 2007. potvrdilo je obvezni cilj 20 %-tnog udjela energije iz obnovljivih izvora u potrošnji energije cjelokupne Zajednice do 2020. i obvezni minimalni 10 %-tni cilj koji trebaju ostvariti sve države članice u udjelu biogoriva u uporabi benzina i dizelskog goriva u prometu do 2020.(EU Direktiva 2009/28/EZ). Iscrpljivanjem fosilnih goriva, posebice nafte i plina, biomasa postaje sve veći izvor energije. Uz mnoge prednosti koje su zajedničke bilo kojem obnovljivom izvoru energije, biomasa je posebno atraktivna jer je jedini trenutni obnovljivi izvor tekućeg goriva (Perlack, 2005.). Osim što je obnovljivi izvor energije, za razliku od fosilnih goriva, biomasa se dobiva iz različitih izvora. Najveći izvor osim drvnog otpada su žetveni ostaci s polja koji se mogu iskoristiti u razne svrhe. Najviše žetvenih ostataka ostaje od pšenice (*Triticum aestivum* L.) koja je najrasprostranjeniji ratarski usjev na svijetu i zauzima prvo mjesto po ukupnim zasijanim površinama. Od ukupnih obradivih površina u svijetu 25 % ih je zasijano pšenicom i uzgaja se na svim kontinentima. Proizvodi pšenice se koriste u raznim granama industrije. Najzastupljenija je, naravno, u mlinarstvu i prehrambenoj industriji za proizvodnju kruha i sličnih proizvoda i proizvodnji kolača i keksa. Pšenica je prilično zastupljena i u hranidbi životinja, gdje se upotrebljava i zrno i slama, a također se može koristiti i kao zeleno krmivo (Španić, 2016.).

Prema podacima FAO za razdoblje od 2012. do 2016. godine (Tablica 1.1.) površine pod pšenicom u svijetu kretale su se kroz promatrano razdoblje od najviših 222.157.081 ha u 2015. godini do najnižih 217.774.417 ha u 2012. godini. U Republici Hrvatskoj površine pod pšenicom u istom razdoblju su se kretale od najviših 204.506 ha u 2013. godini do najnižih 140.986 ha u 2015. godini.

Tablica 1.1. Površine pod pšenicom u svijetu i RH u razdoblju od 2012. – 2016. godine

Godina	Svijet (ha)	Republika Hrvatska (ha)
2012.	217.774.417	186.949
2013.	218.735.766	204.506
2014.	221.263.451	156.139
2015.	222.157.081	140.986
2016.	220.107.551	168.029

Izvor: FAO 2018.

Statistički ljetopis RH, 2017.

Prinosi zrna pšenice u svijetu prema FAO podacima u razdoblju od 2012. do 2016. (Tablica 1.2.) kretali su se od najviših 3,4 t/ha u 2016. godini do najnižih 3,08 u 2012. godini. U Republici Hrvatskoj prosječni prinosi zrna pšenice su se kretali od najviših 5,7 t/ha u 2016. godini do najnižih 4,2 t/ha u 2014. godini. U Republici Hrvatskoj prinosi pšenice su nešto viši u odnosu na prinose u svijetu no isto tako znatno manji u odnosu na prinose u zemljama Zapadne Europe.

Tablica 1.2. Prosječni prinosi zrna pšenice u svijetu i RH u razdoblju od 2012. – 2016. godine

Godina	Svijet (t/ha)	Republika Hrvatska (t/ha)
2012.	3,08	5,3
2013.	3,25	4,9
2014.	3,31	4,2
2015.	3,31	5,4
2016.	3,40	5,7

Izvor: FAO 2018.

Statistički ljetopis RH, 2017.

Ukupna proizvodnja zrna pšenice u svijetu u razdoblju od 2012. do 2016. godine (Tablica 1.3.) se kretala od najviših 749.460.077 tona u 2016. godini do najnižih 672.724.051 t u 2012. godini. U istom razdoblju proizvodnja zrna pšenice u Republici Hrvatskoj se kretala od najviših 999.681 t u 2012. godini do najnižih 648.917 t u 2014. godini.

Tablica 1.3. Proizvodnja zrna pšenice u svijetu i RH u razdoblju od 2012. – 2016. godine

Godina	Svijet (t)	Republika Hrvatska (t)
2012.	672.724.051	999.681
2013.	710.956.882	998.940
2014.	733.534.429	648.917
2015.	736.984.917	758.638
2016	749.460.077	960.081

Izvor: FAO 2018.

Statistički ljetopis RH, 2017.

Žetveni ostaci od pšenice nazivaju se pšeničnom slamom. Slama kao pojam odnosi se na suhe stabljike s lišćem i pljevu koji ostaju na polju nakon žetve. Pšenična slama se osim za

proizvodnju goriva koristi i kao stelja za životinje, malč u proizvodnji povrća, u graditeljstvu kao građevni element, u proizvodnji komposta, briketa, peleta itd. Najlošija opcija za gospodarenje slamom je spaljivanje koje je i zakonom zabranjeno u RH od 2011. godine (Pravilnik o dobrim poljoprivrednim i okolišnim uvjetima i uvjetima višestruke sukladnosti, N.N. 89/11). Osim svega navedenoga slama se može i vratiti nazad u tlo zaoravanjem.

Slama predstavlja važan izvor organske tvari, ima značajan utjecaj na biološka, kemijska i fizikalna svojstva poljoprivrednih tala i ne treba slamu nipošto smatrati otpadom. Gospodarenje slamom često prati dvojba kako postupiti jer razlika je u tome kolika se količina slame može i smije prikupiti. Koliko se može slame prikupiti ovisi o mehanizaciji koja se koristi u prikupljanju dok svojstva i stanje tla utječu na količinu koja se smije prikupiti. Znanost zastupa obavezno zaoravanje žetvenih ostataka, premda to može predstavljati tehnički problem, jer usitnjavanje i zaoravanje velike biološke mase stvara poteškoće. Pretpostavlja se da je žetveni indeks pšenice 1,5, odnosno omjer između biološkog i merkantilnog prinosa. Žetveni indeks omogućuje procjenu ukupne količine slame, pljeve i strništa od podataka o prinosu zrna. Današnje sorte pšenice imaju kraću stabljiku, ranije sazrijevaju, imaju veći prinos i imaju veći udio zrna u odnosu na slamu od starijih kultivara (Capper 1988.). Prema tome i proizvodnji zrna pšenice koja je iznosila 960.081 t (Tablica 1.3.) količina slame u 2016. godini u Republici Hrvatskoj je iznosila 1.440.122 t. Velika je to količina slame koja ostaje nakon žetve i postoji velika mogućnost iskorištenja u razne svrhe, no potrebno je razmotriti koliko se zapravo slame može prikupiti u stvarnim uvjetima i je li to u konačnici isplativo.

1.1. Cilj rada

Cilj ovog diplomskog rada je utvrditi koliko se može prikupiti žetvenih ostataka (pšenična slama), strojevima i opremom koja se koristi na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu te koliko se makrohranjiva (N, P i K) iznosi u određenoj količini slame koja se više neće vratiti u tlo kao organska tvar.

2. Pregled literature

Redovito odnošenje ili spaljivanje žetvenih ostataka jako povećava rizik od erozije na nagnutim terenima i lakšim tlima, remeti ciklus hranjiva u tlu, utječe na pogoršavanje strukture i porast volumne gustoće tla, pad sadržaja humusa te retencijske i filtracijske sposobnosti za vodu. Također izrazito pada mikrobiološka aktivnost u tlu, odnosno pogoršava se njegova biogenost, snižava se kationski izmjenjivački kapacitet i konačno pada prinos (Vukadinović i Vukadinović 2016.).

Uklanjanje žetvenih ostataka ubrzava evaporaciju, povećava dnevna kolebanja temperature zemljišta i smanjuje sposobnost zemljišta da zadržava vodu (Blanco-Canqui i Lal 2009.).

Vrlo je teško izvući zaključke za cijelu Europu o količini slame koju je potrebno zaorati u tlo kako bi se spriječio gubitak organske tvari tla i funkcionalnosti tla, jer to ovisi o tlu i klimatskim uvjetima. Stoga su potrebne lokalna istraživanja i analize tla za određivanje veličine održivog uklanjanja. U nekim državama članicama EU osobito je važno korištenje slame kao poboljšivača tla. Na primjer, u Češkoj se oko 30 - 40 % slame koristi na ovaj način zbog značajnog smanjenja stočarske proizvodnje koja je dovela do smanjenja dostupnosti životinjskog gnoja, u kombinaciji s relativno visokim troškovima mineralnih gnojiva. Osim toga, u državama koje koriste slamu kao poboljšivač tla, obično se koristi svinjski gnoj i goveđa gnojnica kao organska gnojiva, gdje se dodavanjem slame navedenim gnojivima pomaže u ravnoteži omjera ugljika i dušika. (Kretschmer i sur. 2012.).

Tarkalson i sur. (2009.) navode kako se slama ne bi smjela iznositi s polja u slučaju prinosa zrna pšenice manjeg od 3.128 kg/ha, a da se u slučaju prinosa zrna preko 6.800 kg/ha može iznijeti i više od 3.969 kg slame po hektaru bez osiromašivanja tla organskim ugljikom.

Istraživanje prema Jaćimoviću i sur. (2017.) je pokazalo da zaoravanje žetvenih ostataka značajno povećava prinos pšenice. Prinos zrna ostvaren na tretmanu s dugogodišnjim zaoravanjem žetvenih ostataka bio je za 830 kg/ha veći u usporedbi s tretmanom bez zaoravanja žetvenih ostataka.

Prema istraživanjima na danskom poluotoku Jutlandu koja su provedena tijekom razdoblja od 30 godina dokazan je pozitivan učinak zaoravanja slame na sadržaj ugljika u tlu. Ovaj nalaz vrijedi za niz različitih tipova tala, a učinak je prosječno povećanje skladištenja ugljika u tlu od 13 % (preko 30 godina), na temelju godišnjeg unošenja slame u količini od 4 - 5 t/ha (Gobin i sur. 2011.).

Minimalna količina žetvenih ostataka na polju, neophodna da bi se osigurala adekvatna zaštita od eolske erozije, ekvivalentna je vrijednosti 1.100 kg/ha SGe (*small grain equivalent*) (Anonim 2009.).

Scarlat i sur. (2010.) su utvrdili da je održivo uklanjanje pšenične slame, bez negativnih utjecaja na tlo, u rasponu od 15 do 60 %.

Udio prikupljene slame u ukupnoj količini nadzemnih žetvenih ostataka prema Golub i sur. (2013.) iznosio je 50 % za 2011. godinu i 39,3 % za 2012. godinu odnosno ostaci stabljika na strništu pri visini reza od 15 cm iznosili su 26 % za 2011. i 33 % za 2012. godinu.

Larsen i sur. (2012.) u pokušaju da odrede sorte s visokim prinosima slame s namjenom proizvodnje biogoriva, utvrdili su prinos slame u rasponu od 2,7 t/ha do 4,2 t/ha u jednom pokusu i 3,4 t/ha do 4,6 t/ha u drugom, gdje se prinos slame odnosi na količinu koja je prešana (balirana) i uklonjena iz polja.

Dio slame ostat će na polju kao strnište, dok će se ostatak slame, naročito list i pljeva, izgubit za vrijeme žetve i prešanja; Masa strni zajedno sa listom i pljevom mogla bi potencijalno činiti 60 % od ukupne količine nadzemne mase (Boyden i sur. 2001).

Pretpostavlja se da se bolja kvaliteta slame može postići samo sakupljanjem vrhova biljaka, iako bi to moglo dovesti do niskih prinosa slame. Budući da je spuštanje kose kombajna povezano s potencijalnim troškovima, isplativost tog postupka ovisi o tome koliko se dodatne slame može prikupiti. Postoji i problem smanjenja količine ostataka koji se vraćaju u tlo, što možda nije održivo (Kernan i sur. 1984.).

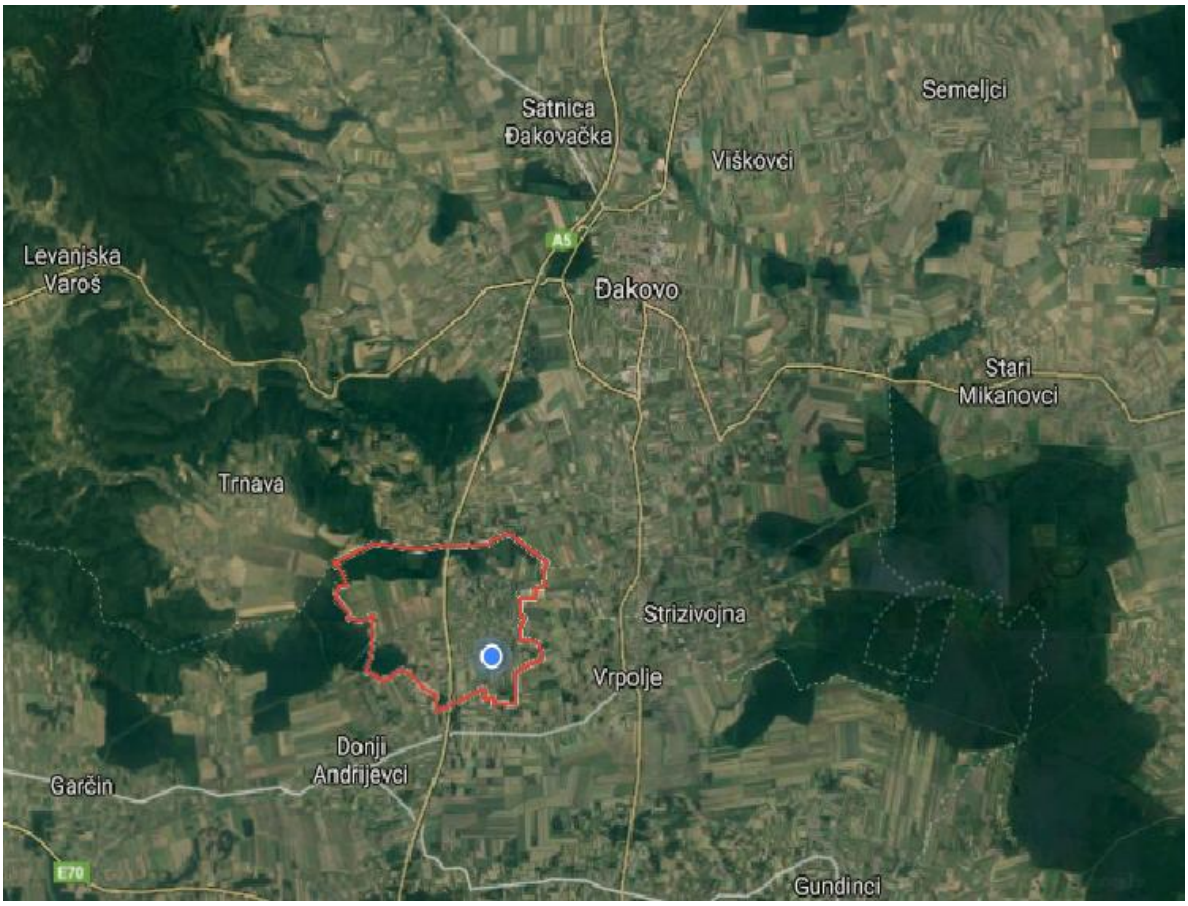
Izlaganjem slame oborinama može u konačnici dovesti do proizvodnje kvalitetnijeg energenta zbog ispiranja tvari poput klora, ali poljoprivrednicima to nije u cilju jer je cijena slame utemeljena samo na masi i sadržaju vode (Skøtt 2011.).

Lafond i sur. (2009.) proveli su istraživanja o učinkovitosti prikupljanja slame prešanjem. Autori su u prosjeku dobili učinkovitost prikupljanja od 29 % u tri sustava žetve. Prvi sustav se sastojao od dvofazne žetve, odnosno košnje i vršdibe te nakon toga prešanja. Drugi sustav se sastojao od vršidbe i prešanja, a treći sustav se odnosio na žetvu klasova Shelbourne-Reynolds^{tm} hederom, te nakon toga košnjom i prešanjem. Učinkovitost prikupljanja slame je bila najveća kod prvog sustava žetve i iznosila je 35 %, dok je u drugom sustavu učinkovitost iznosila 29 %, a u trećem sustavu 22 %. Visina reza u sva tri sustava je bila približno jednaka.

3. Materijal i metode

3.1 OPG Birtić

Istraživanje koliko se od teoretske količine nadzemnih biljnih ostataka (pšenična slama), može stvarno prikupiti strojevima i opremom provedeno je na dvije sorte pšenice na površinama OPG-a Birtić iz Starih Perkovaca, nedaleko od Đakova. OPG Birtić se bavi ratarskom i stočarskom proizvodnjom. Od ratarskih kultura uzgajaju se pšenica, kukuruz, ječam, zob, suncokret, soja, uljana repica te lucerna i crvena djetelina za voluminoznu krmu na ukupnoj površini od 84 ha. Od stočarske proizvodnje OPG se bavi tovom junadi godišnjeg kapaciteta približno 150 grla, te uzgojem i tovom svinja godišnjeg kapaciteta približno 400 prodanih svinja. Većina proizvedenih ratarskih kultura koristi se u ishrani životinja dok se jedan dio prodaje na tržištu.

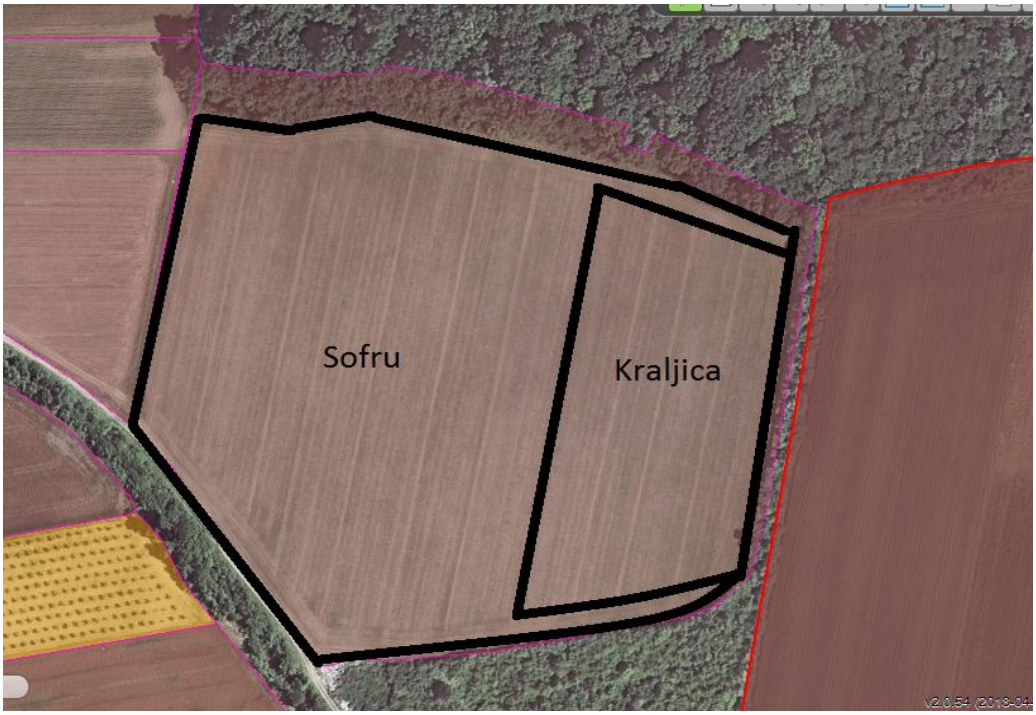


Slika 3.1. Lokacija Obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva Birtić u katastarskoj općini Stari Perkovci

Izvor: www.google.com

3.2. Lokacija pokusa

Pokusno polje nalazi se na parceli pod nazivom Adrovka. Parcela Adrovka nalazi se u katastarskoj općini Stari Perkovci i udaljena je od sjedišta OPG-a oko 2 kilometra zračne linije. Veličina parcele je 5,3 ha, odnosno posijano je 3,8 ha sorte Sofru i 1,5 ha sorte Kraljica.



Slika 3.2. Prikaz pokusnog polja

Izvor: ARKOD Preglednik

3.3. Agroekološki uvjeti

3.3.1. Tlo

Kako navode Kovačević i Rastija (2014.) pšenica najbolje uspijeva na ilovastim, dubokim i rahlim tlima umjerene vlažnosti, bogata humusom. Optimalni pH tla bi trebao biti od 6,5 do 7,0, dakle, od blago kisele do neutralne reakcije. Pšenica se uzgaja i na manje plodnim tlima koja različitim postupcima melioracija (hidromelioracija, agromelioracija) treba dovesti u stanje prikladno za biljnu proizvodnju. Ipak, pšenica kao i većina ostalih usjeva, teško uspijeva na pjeskovitom, a nikako na kamenom i skeletnom tlu.

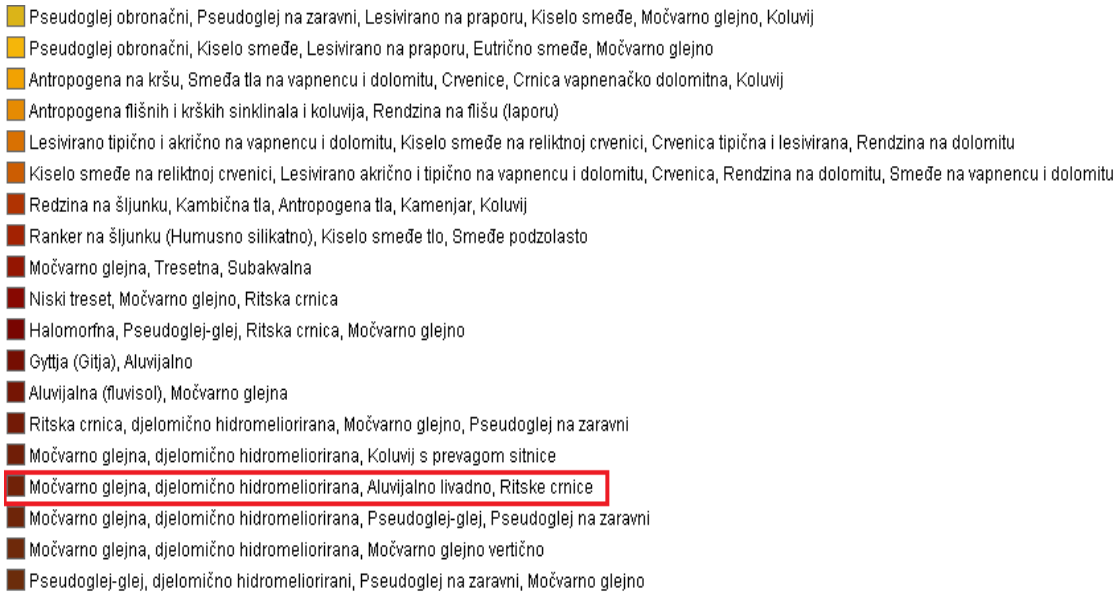
U odluci o uzgoju pšenice na nekom tlu treba uzeti u obzir i reljef na kojem se želi sijati. Najbolja su tla koja se nalaze na ravnom do blago nagnutom terenu (do 3 % nagiba), a uz provođenje preventivnih antierozijskih mjera može se uzgajati i na terenima do 7 % nagiba (Kovačević i Rastija, 2014.).

Optimalna vlažnost tla za rast pšenice kreće se od 50 do 60 %. U tim uvjetima postiže se dobra prozračnost tla za normalni razvoj korijenovog sustava (Mađarić 1985.). Pšenica je najosjetljivija na višak vode u tlu u razdoblju klijanja i nicanja, kada može doći i do odumiranja zrna ako takvi uvjeti duže potraju. Zato na slabo propusnim tlima treba poduzeti mjere poput cijevne drenaže koja je osobito korisna u godinama kad je puno oborina, ali i u sušnim godinama može doći do alkalizacije oraničnog sloja (Kovačević i Rastija 2014.).

Na području pokusnog polja prevladava močvarno glejno tlo ili euglej (Slika 3.3.). Močvarno glejno tlo (euglej) najzastupljeniji je tip tla i nalazimo ga na najnižim reljefnim položajima na području županije. Karakterizirano je prekomjernim vlaženjem unutar 1 m dubine tla, prije svega podzemnim i stagnirajućim površinskim vodama te poplavnim i slivnim vodama koje utječu na razinu podzemne vode. Tekstura tla varira od praškasto ilovaste do praškasto glinasto ilovaste ili glinasto ilovaste. Kemijska su svojstva vrlo dobra. Imaju povoljnu reakciju tla, pH je rijetko ispod 6,3, a kod nas može biti maksimalno do 8,2. Kapacitet apsorpcije jest osrednji do visok, a na apsorpcijskome kompleksu prevladava kalcij što rezultira saturacijom tla bazama više od 75 % (Lončarić i sur. 2014.).



Slika 3.3. Pedološka karta bližeg područja pokusnog polja
Izvor: ENVI atlas okoliša



Slika 3.4. Legenda pedološke karte
Izvor: ENVI atlas okoliša

Rezultati kontrole plodnosti na području istočne Hrvatske na približno 25.000 uzoraka tla u posljednjih desetak godina, pokazuju da je prosječan sadržaj organskog ugljika u tlu 53,18 t/ha, odnosno 91,68 t/ha humusa (humus sadrži približno 58 % ugljika i 5 % dušika). Preračunato u ukupni dušik (N_u), iznosi 4 584 kg/ha te se uz prosječnu stopu mineralizacije humusa od 1 % može prosječno očekivati 46 kg N/ ha u godini (Vukadinović 2014.).

Kemijska analiza tla organskih elemenata (ugljik - C, kisik - O i vodik - H) najčešće obuhvaća samo ugljik, a iskazuje se kao postotni udio u tlu (%) i preračunava u koncentraciju humusa množenjem faktorom 1,724 (humus sadrži približno 58 % ugljika i 5 % dušika; 100/58 = 1,724) (Vukadinović 2014.).

Prema podacima iz ENVI atlasa okoliša rađena je analiza tla u listopadu 2015. godine na parceli istog tipa tla udaljenoj od mjesta pokusa 350 metara. Analizom je utvrđeno da je udio ugljika u tlu 2,7 % a udio dušika 0,25 %. Kada se pomnoži udio ugljika s faktorom 1,724 dobije se koncentracija humusa u tlu 4,7 % što prema Gračaninu (1947.) pripada u humozno tlo i mjere humizacije nisu potrebne (Tablica 3.1.). Zalihe ugljika u tlu su iznosile 85 t/ha, a dušika 9 t/ha što je daleko veći sadržaj u odnosu na prosjek tala istočne Hrvatske.

Tablica 3.1. Granične vrijednosti za humus

Opskrbljenost tla humusom	**Humus %**
A. Vrlo slabo humozno tlo	< 1
B. Slabo humozno tlo	1 – 3
C. Humozno tlo	3 – 5
D. Jako humozno tlo	5 – 10
E. Vrlo jako humozno tlo	> 10

Izvor: (Gračanin, 1947.)

3.3.2. Klimatski uvjeti

Osim tla, na kvalitetu pšenice, a samim time i slame utječu i klimatski faktori. Klimatski i vremenski uvjeti imaju izravan utjecaj na uporabu i dostupnost slame. Produljeno suho vrijeme tijekom vegetacije može rezultirati usporavanjem rasta usjeva s kraćom stabljikom (i stoga manje slame), što otežava prikupljanje. Nadalje, visoka razina padalina tijekom razdoblja žetve osobito otežava prikupljanje slame (Kretschmer i sur. 2012.).

Klimatski uvjeti također utječu na prikladnost i izbor načina korištenja pšenične slame. Na primjer, na područjima koje karakteriziraju niske razine oborina, poljoprivrednici ne mogu zaorati onoliko slame koliko bi htjeli, jer se ne razgrađuje dovoljno brzo što može ponekad nepovoljno djelovati na plodnost tla (Kretschmer i sur. 2012.).

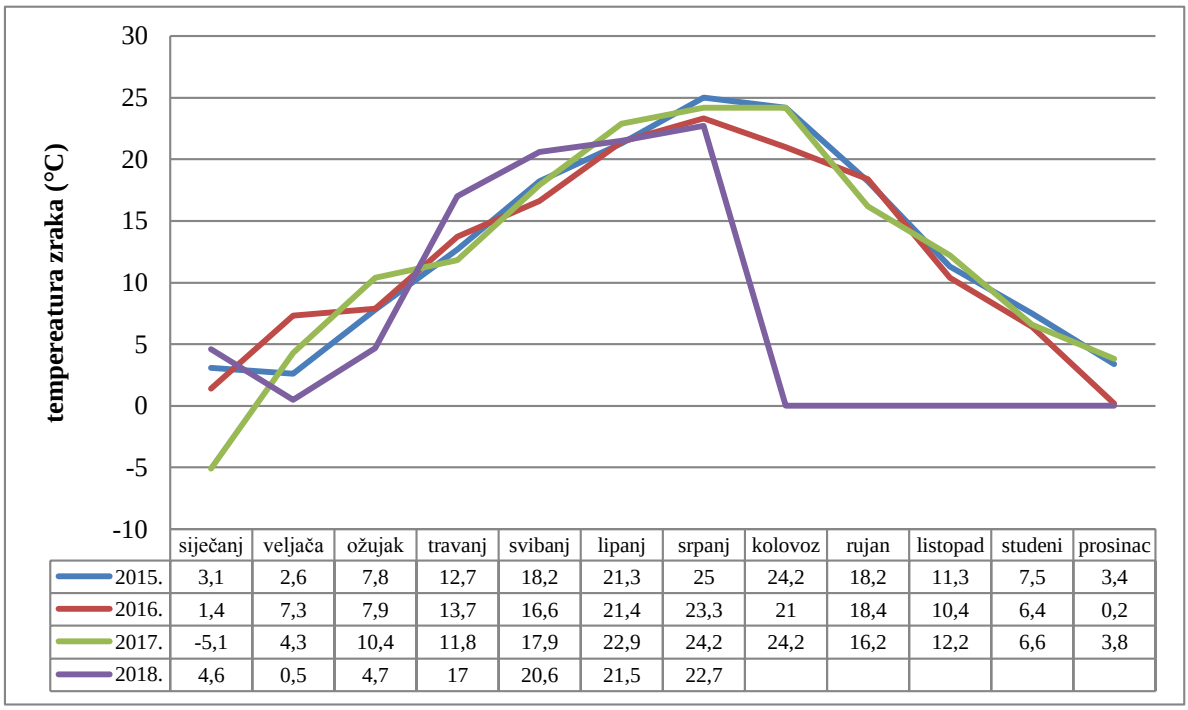
Pšenica je kultura kontinentalne klime. Za intenzivnu proizvodnju pšenice i dobivanje visokih prinosa najpovoljnija su ona područja gdje godišnje padne 500 – 700 mm dobro raspoređenih oborina. Za klijanje pšenice optimalna temperatura u poljskim uvjetima kreće se od 12 – 20 °C (Pospišil 2010.).

Za pravilan razvoj pšenice u proljeće je najbolje ako temperatura postupno raste, bez naglih skokova. Ako su temperature zraka jako visoke kada su biljke u fazi nalijevanja zrna i pred zriobu, smanjuje se prinos i kakvoća zrna jer biljke dožive temperaturni stres. Idealne temperature u tom periodu razvoja biljke su dnevne temperature zraka oko 25˚C i niže noćne temperature, oko 10˚C (Španić 2016.).

Pšenica je najosjetljivija na manjak vode u fazama klijanja i nicanja, te u vrijeme vlatanja, klasanja i nalijevanja zrna, a izrazito kritično razdoblje je u razdoblju od kraja vlatanja, neposredno prije klasanja do nalijevanja zrna. Nakon toga pšenici je potrebno puno manje vode i ta se potreba još više smanjuje kako zrioba napreduje. Tada je čak i bolje da je vode manje jer može uzrokovati štete na prinosu polijeganjem i smanjenjem kvalitete zrna.

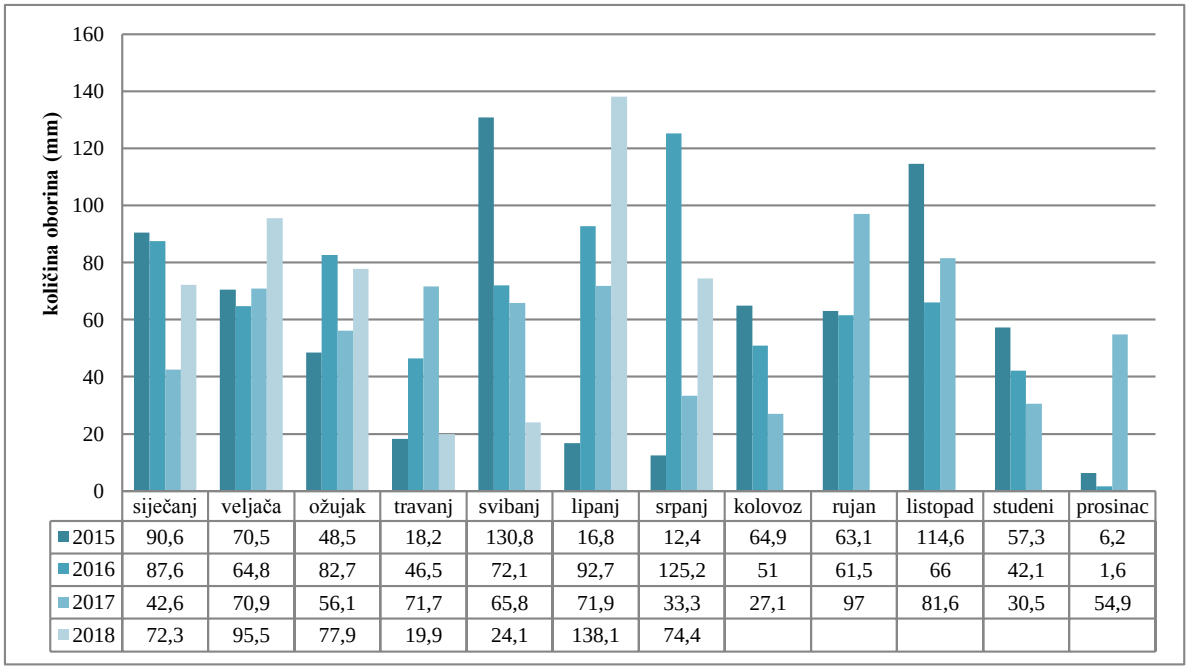
Vodu iz tla pšenica će iskoristiti bolje ako su agrotehnički postupci pravilno obavljeni (Gagro 1997.).

Područje Starih Perkovaca nalazi se na nadmorskoj visini od 93 m i karakterizira ga umjerena kontinentalna klima čija je opća karakteristika neravnomjeran raspored padalina po mjesecima. Prosječne vrijednosti srednjih mjesečnih temperatura zraka (°C) i suma mjesečnih oborina (mm) za najbližu mjernu postaju Đakovo prikazane su na grafovima 3.1. i 3.2. U vegetacijskoj sezoni 2017./2018. u ožujku bilo je izrazito hladno popraćeno snježnim pokrivačem. Poslije toga uslijedio je nagli porast temperature u travnju i svibnju pri čemu je palo jako malo oborina. Ovakvi klimatski uvjeti mogli su negativno utjecati na visinu stabljike, a samim time i na količinu slame. Tijekom mjeseca lipnja i početkom srpnja dugotrajnije kišno razdoblje odgodilo je žetvu do 13. srpnja i smanjilo kvalitetu slame i zrna.



	siječanj	veljača	ožujak	travanj	svibanj	lipanj	srpanj	kolovoz	rujan	listopad	studeni	prosinac
2015.	3,1	2,6	7,8	12,7	18,2	21,3	25	24,2	18,2	11,3	7,5	3,4
2016.	1,4	7,3	7,9	13,7	16,6	21,4	23,3	21	18,4	10,4	6,4	0,2
2017.	-5,1	4,3	10,4	11,8	17,9	22,9	24,2	24,2	16,2	12,2	6,6	3,8
2018.	4,6	0,5	4,7	17	20,6	21,5	22,7					

Graf 3.1. Prikaz vrijednosti srednjih mjesečnih temperatura za mjernu postaju Đakovo od 2015. do 2018. godine.
Izvor: DHMZ – Državni hidrometeorološki zavod



	siječanj	veljača	ožujak	travanj	svibanj	lipanj	srpanj	kolovoz	rujan	listopad	studeni	prosinac
2015	90,6	70,5	48,5	18,2	130,8	16,8	12,4	64,9	63,1	114,6	57,3	6,2
2016	87,6	64,8	82,7	46,5	72,1	92,7	125,2	51	61,5	66	42,1	1,6
2017	42,6	70,9	56,1	71,7	65,8	71,9	33,3	27,1	97	81,6	30,5	54,9
2018	72,3	95,5	77,9	19,9	24,1	138,1	74,4					

Graf 3.2. Prikaz vrijednosti suma mjesečnih oborina za mjernu postaju Đakovo od 2015. do 2018. godine.
Izvor: DHMZ – Državni hidrometeorološki zavod

3.4. Agrotehnika

Primijenjene agrotehničke mjere uz tlo i klimatske uvjete su također važne za rast i razvoj te na kraju za dobiveni prinos svake kulture pa tako i pšenice. Predusjev pšenici je bila soja koja je bila požeta krajem rujna te je nakon toga sojina slama iznesena s polja i slijedila je priprema za sjetvu pšenice. Za obje zasijane sorte su se provodile iste agrotehničke mjere. U Tablici 3.2. nalazi se kratki prikaz primijenjene agrotehnike kroz vegetacijsku sezonu.

Tablica 3.2. Kratki prikaz primijenjene agrotehnike kroz vegetacijsku sezonu

Operacija	Datum	Opis operacije
Osnovna obrada tla	05.10.2017.	Duboko oranje na dubinu od 35 cm
Dopunska obrada tla	14.10.2017.	Prvi prohod tanjuranje a nakon toga priprema tla za sjetvu rotodrljačom
Sjetva	15.10.2017.	Norma sjetve: Sorta Kraljica 260 kg/ha Sorta Sofru 210 kg/ha

Gnojidba	13.10.2017.	Predsjetvena gnojidba: 150 kg/ha UREA
	01.03.2018.	Prva prihrana: 200 kg/ha NPK (15:15:15)
	12.04.2018.	Druga prihrana: 150 kg/ha KAN
Njega usjeva	12.04.2018.	Prvo tretiranje: herbicid Sekator (0,4 l/ha) + fungicid Prozol (1 l/ha)
	22.05.2018.	Drugo tretiranje: fungicid Prosaro (1 l/ha)



Slika 3.5. Prva prihrana pšenice (foto: A. Zmaić)

3.5. Sortiment

Postizanje visokih i stabilnih prinosa zrna odgovarajuće kakvoće ovisi uvelike o izboru sorte. Sortiment je potrebno prilagoditi području uzgoja, vremenskim prilikama i stanju tla. Za postizanje genetskog potencijala izabrane sorte neophodno je primijeniti sve potrebne agrotehničke mjere. U jesenskoj sjetvi 2017. godine na pokusnom polju zasijane su dvije sorte pšenice, Kraljica i Sofru.

Sorta Kraljica je srednje rana sorta ozime pšenice, tipa golice. Ova je sorta visokorodna jer u sebi sjedinjuje rodnost i kakvoću zrna, uz genetski potencijal za urod od 11 t/ha. Pripada I. razredu kakvoće uz sadržaj vlažnog ljepka (glutena) od 28 % i sadržajem proteina većim od 14 %. Ova sorta ima jako dobru otpornost prema niskim temperaturama i polijeganju (prosječna visina stabljike je oko 75 cm) kao i prema najraširenijim bolestima pšenice. Sije se 500-650 klijavih zrna/m^2, a optimalni rok za sjetvu ove sorte pšenice je od 7. do 25. listopada. Sorta Kraljica je jedna od najzastupljenijih sorti u Republici Hrvatskoj, a proizvedena je na Poljoprivrednom institutu Osijek. (www.poljinos.hr)

Sorta Sofru je također srednje rana sorta ozime pšenice, ali za razliku od sorte Kraljica sadrži osje, stoga pripada tipu brkulja. Sadržaj proteina u zrnu je prosječan kao i hektolitarska masa. Ova sorta ima jako dobru otpornost na polijeganje (prosječna visina stabljike 94 cm) i proklijavanje, te tolerantnost na hrđe. Sorta je osjetljiva na klorotoluron i zahtjeva kvalitetnu zaštitu od bolesti Septorije i Fusariuma. Optimalni rok sjetve sorte Sofru je od 10. do 25. listopada sa normom od 380 – 420 klijavih zrna/m² odnosno 200 – 220 kg/ha sjemena (RWA katalog, jesen 2017.).

Tablica 3.3. Glavna svojstva sorata pšenice Kraljica i Sofru

	Sorta Kraljica	**Sorta Sofru**
Tip	Golica	brkulja
Dužina vegetacije	srednje rana	srednje rana
Visina biljke	75 cm	94 cm
Hektolitarska masa	81 kg/hl	83 kg/hl
Masa 1000 zrna	40 g	47 g
Kvalitetna grupa	A2	B1
Oplemenjivačka kuća	Poljoprivredni institut Osijek	RWA Raiffesen Agro d.o.o.

Izvor: Poljoprivredni institut Osijek, 2016.
RWA katalog, jesen 2017.



Slika 3.6. Biljka pšenice sorte Kraljica (lijevo) i Sofru (desno) (foto: A. Zmaić)



Slika 3.7. Klas pšenice sorte Kraljica (lijevo) i Sofru (desno) (foto: A. Zmaić)

3.6. Uzimanje i obrada uzoraka

Mjerenje je obavljeno u srpnju 2018. godine. Prije žetve od svake sorte uzeto je po šest uzoraka nadzemne mase slučajnim odabirom. Površina sa kojih su uzimani uzorci je iznosila približno 0,135 m^2, a kasnije u izračunima je preračunata u hektar. Zrno prilikom uzimanja uzoraka je bilo u punoj tehnološkoj zrelosti. Mjesta uzimanja uzoraka bila su približno ravnomjerno raspoređena na cijeloj parceli, ali nisu uzimani uzorci s rubova parcele. Stabljike su odsječene približno pri površini tla i spremljene su u vreće koje su dopremljene na imanje gdje je slijedila daljnja obrada.

Sa stabljika svakog uzorka je odsječeno klasje, nakon čega je obavljena ručna vršidba zrna. Odvojena je pljeva od zrna i nakon toga su dobivene tri kategorije materijala: zrno, pljeva i stabljika.

Preciznom vagom mjerena je masa svakog dijela biljke te su oni spremljeni u zasebne vrećice (Slika 3.8.) i dopremljeni na sušenje u laboratorij Zavoda za specijalnu proizvodnju bilja Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Uzorci svih dijelova su zasebno sušeni u sušnici. Na osnovu dobivenih vrijednosti sadržaja vlage određeni su prinosi svakog dijela, koji su svedeni na vlagu od 13 %. Prilikom žetve, jedan prohod kombajna oko polja te jedan prohod kroz sredinu između dviju sorata nisu uvršteni u izračune. Neposredno nakon žetve određena je visina strni (dio biljke od tla do visine reza) i uzeti su uzorci strni kako bi se mogla utvrditi količina slame koja je ostala nakon prolaska kombajna, a koja se neće moći prikupiti prešom.



3.8. Uzorci zrna, pljeve i stabljika (foto: A. Matković)

3.7. Žetva

Žetva se obavlja kada je zrno u punoj zriobi, a vlaga manja od 14,5 %. Na području gdje je provedeno istraživanje, žetva pšenice se najčešće obavlja početkom srpnja, iako se može dogoditi da se zbog vremenskih uvjeta sa žetvom započne i nešto ranije, već krajem lipnja. Pšenica je bila spremna za žetvu 20. lipnja, ali su je obilne kiše odgodile do 13. srpnja, a do tada je već pala kvaliteta zrna i slame. Slama je pod utjecajem obilnih kiša potamnila i izgubila na masi i elastičnosti pa je tijekom žetve bila jako lomljiva. Žetva je obavljena kombajnom Case 5130 Axial Flow iz 2012. godine (Slika 3.9.) u vlasništvu OPG-a Milušić iz Piškorevaca.



Slika 3.9. Case 5130 Axial Flow

Izvor: http://pertilco.com.uy/case/wp-content/uploads/2016/10/20160203150344_2_C5130_004_07_E-1-1100x674.jpg

Case 5130 Axial Flow je kombajn, koji vršidbu provodi pomoću aksijalnog rotora za razliku od klasičnih tangencijalnih kombajna s bubnjem i podbubnjem. Rotor je dugačak 2,79 m i postavljen uzdužno, promjera je 762 mm te radi na drugačiji način u odnosu na klasičnu tangencijalnu vršalicu. Ulogu vršidbenog aparata (Slika 3.10.) i slamotresa obavlja jedan ili dva rotora, potpuno okružena rešetkastom oblovinom. Usjev se giba spiralnom putanjom između rotora i oblovine, a vršidba-odvajanje zrna se uglavnom obavlja trenjem, a manje udarnim opterećenjem. Zato je taj sustav aksijalnog rotora najnježniji za zrno pa ono ima oko 10% veću klijavost u odnosu na klasični kombajn sa slamotresima, ali i 4 puta manji lom zrna, koji se pak kreće u granicama od 0,4 - 0,5 %. Rotor je moguće podesiti od 250 do 1.250 okretaja u minuti, što omogućuje vršidbu zrna različitih poljoprivrednih kultura, od maka pa do graha. Ovako velikim rasponom okretaja rotora može se prilagoditi, na primjer, odgovarajući broj okretaja prema vlažnosti zrna kukuruza, što drastično smanjuje lom. Čišćenje zrna od primjesa obavlja turbinski ventilator koji svodi nečistoću ispod 2 %.

Snaga motora kombajna sa 6 cilindara je 205 kW. Kapacitet spremnika za zrno je 8.810 litara s brzinom pražnjenja od 88 l/s dok je širina pšeničnog adaptera 6,10 m.



Slika 3.10. Aksijalni vršidbeni aparat sa jednim rotorom
Izvor: http://www.kisiel.info/userfiles/130_NEWCAB_13.jpg

Mana ovog kombajna je da pri žetvi strnih žitarica, posebno u vlažnim uvjetima dolazi do značajnijeg usitnjavanja slame (Slika 3.11.) te se dodatno opterećuje uređaj za čišćenje. Osim toga kombajn ima dvostruki hidraulični razbacivač pljeve pa se iz tog razloga u balama slame nije nalazilo pljeve. Aksijalni kombajni su najpogodniji za žetvu kukuruza i soje.



Slika 3.11. Izvršena slama nakon aksijalnog (lijevo) i tangencijalnog (desno) kombajna (foto: A. Zmaić)

3.8. Prešanje

Pšenična slama koja je ostala nakon žetve isprešana je isti dan u valjkaste bale. Nakon žetve aksijalnim kombajnom ostala je jako usitnjena slama pa je to dovelo do toga da su bale jako zbijene i teške. Za prikupljanje slame korištena je preša za valjkaste bale tipa McHale F550 iz 2011. godine (Slika 3.12.) u vlasništvu OPG-a Milušić iz Piškorevaca.

Preša za valjkaste bale McHale F550 ima fiksnu komoru veličine 120 cm x 120 cm i omata bale mrežnom folijom koja povećava zaštitu bale za oko 15%, budući da mreža prelazi preko rubova bale. Od opreme sadrži centralno podmazivanje svih ležajeva na komori kao i lanaca, protuproklizavajući sustav za mrežu, automatsko vezanje, hidraulično odštopavanje, 17 valjaka, široki pick-up, 15 noževa i silaznu rampu.

Neposredno nakon prešanja, bale su utovarene na prikolicu i transportirane na kolnu vagu. Zasebno su izvagane bale slame jedne pa druge sorte.



Slika 3.12. Preša za valjkaste bale McHale F550 (2011.)
Izvor: https://img01-olxpl.akamaized.net/img-olxpl/760595077_3_644x461_prasa-belujaca-mchale-f550-nie-claas-welger-krone-prasy_rev002.jpg



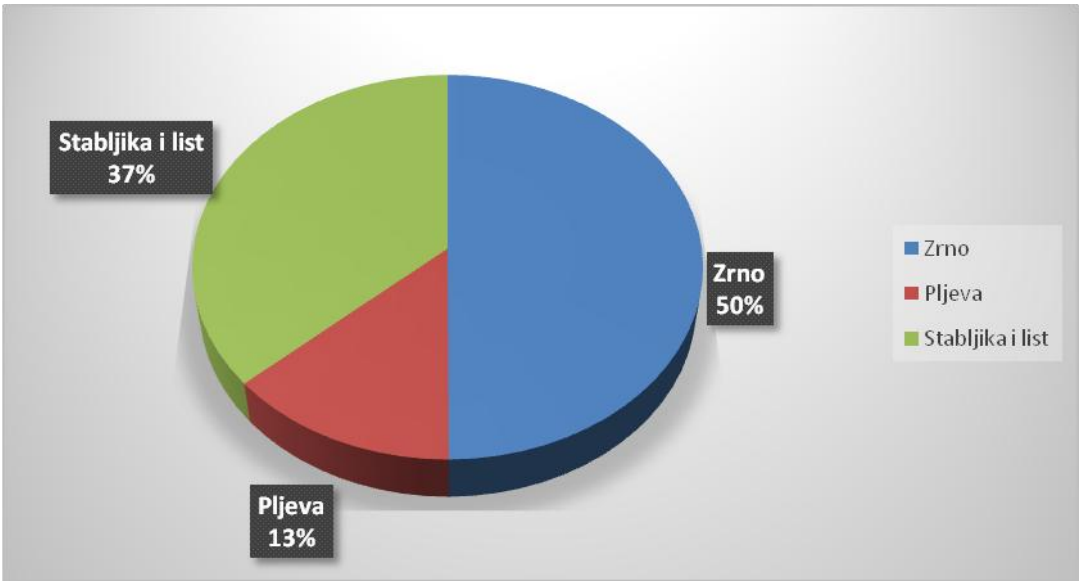
Slika 3.13. Valjkaste bale slame na pokusnom polju (foto: A. Zmaić)

4. Rezultati i rasprava

Rezultati dobiveni obradom uzetih uzoraka nadzemnog dijela biljaka pšenice prikazani su u sljedećim tablicama. Prikazani rezultati svedeni su na 13 % vlage. U tablici 4.1. prikazani su rezultati za sortu Sofru. Prosječni prinos zrna nakon ručne vršidbe zrna za navedenu sortu iznosio je 8.876,1 kg/ha. Prosječna masa stabljike i lista iznosila je 6.496,5 kg/ha, dok je prosječna masa pljeve odvojene sa zrna, iznosila 2.374,8 kg/ha. Naknadno je u laboratoriju odvojen ostatak pljeve sa zrna i iznosio je prosječno 29,5 kg/ha. Prosječna ukupna nadzemna masa dobivena zbrajanjem mase slame, pljeve i zrna iznosila je 17.777,0 kg/ha. Oduzimanjem prinosa zrna od ukupne nadzemne mase dobiven je prosječni prinos slame i pljeve, a iznosio je 8.900,9 kg/ha. Tim podatkom i prosječnim prinosom zrna dobiven je žetveni indeks koji u prosjeku iznosi 0,5, što znači približno isti odnos zrna i slame.

Tablica 4.1. Rezultati istraživanja za sortu Sofru

Oznaka uzorka sorte **SOFRU**	Prinos zrna (kg)	Masa stabljike i lista (kg)	Masa pljeve (kg)	Masa pljeve na zrnu (kg)	Ukupno: slama + pljeva + zrno (kg)	Ukupno: slama + pljeva (kg)	Žetveni indeks
1.	9.102,5	5.551,1	2.026,5	23,8	16.703,9	7.601,5	0,54
2.	7.079,8	5.670,6	2.145,7	23,8	14.919,9	7.840,1	0,47
3.	7.344,4	5.049,3	1.788,1	4,3	14.186,1	6.841,6	0,52
4.	8.659,1	7.033,0	2.639,6	14,5	18.346,2	9.687,1	0,47
5.	10.657,7	8.174,2	2.888,2	91,1	21.811,2	11.153,5	0,49
6.	10.413,3	7.500,8	2.761,0	19,6	20.694,6	10.281,3	0,50
Prosjek	**8.876,1**	**6.496,5**	**2.374,8**	**29,5**	**17.777,0**	**8.900,9**	**0,50**
St. dev.	1.497,2	1.247,5	447,4	31,0	3.076,3	1.711,9	0,03
C.V.	16,87	19,20	18,84	105,22	17,31	19,23	5,57

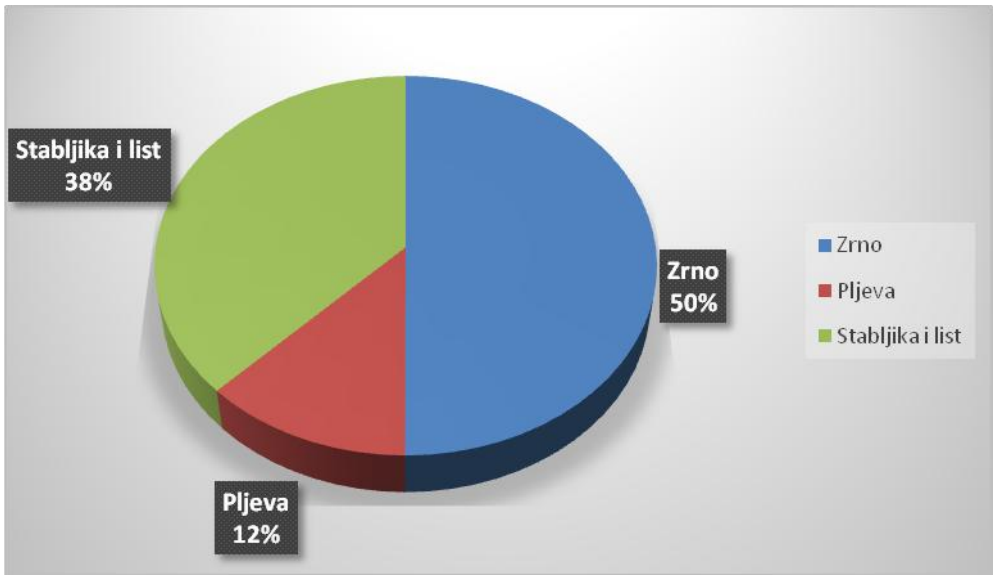


Grafikon 4.1. Ukupna nadzemna masa sorte Sofru

U tablici 4.2. prikazani su podaci za sortu Kraljica. Prosječni prinos zrna za razliku od sorte Sofru je nešto veći i iznosio je 9.661,0 kg/ha. Prosječna masa stabljike i lista bila je 7. 259,2 kg/ha. Vrijednost prosječne mase pljeve je bila 2.358,5 kg/ha. Masa naknadno odvojene pljeve je iznosila 31,1 kg/ha. Prosječna količina ukupne nadzemne mase je bila 19.309,8 kg/ha. Oduzimanjem prinosa zrna od ukupne nadzemne mase dobiven je prosječni prinos slame i pljeve, a iznosio je 9.648,8 kg/ha. Žetveni indeks je isti kao i onaj od sorte Sofru i u prosjeku je iznosio 0,5.

Tablica 4.2. Rezultati istraživanja za sortu Kraljica

Oznaka uzorka sorte **KRALJICA**	Prinos zrna (kg)	Masa stabljike i lista (kg)	Masa pljeve (kg)	Masa pljeve na zrnu (kg)	Ukupno: slama + pljeva + zrno (kg)	Ukupno: slama + pljeva (kg)	Žetveni indeks
1.	7.999,1	6.632,5	1.924,3	17,9	16.573,8	8.574,6	0,48
2.	8.513,5	6.283,5	2.162,7	17,9	16.977,6	8.464,1	0,50
3.	10.361,0	7.884,4	2.673,4	63,0	20.981,9	10.620,8	0,49
4.	8.318,9	5.919,3	2.009,3	33,2	16.280,7	7.961,8	0,51
5.	12.432,1	9.144,5	3.150,3	28,1	24.755,0	12.322,9	0,50
6.	10.341,1	7.691,3	2.230,8	26,4	20.289,7	9.948,6	0,51
Prosjek	**9.661,0**	**7.259,2**	**2.358,5**	**31,1**	**19.309,8**	**9.648,8**	**0,50**
St.dev.	1.703,6	1.206,0	467,1	16,7	3.331,9	1.648,6	0,01
C.V.	17,63	16,61	19,81	53,84	17,25	17,09	2,338

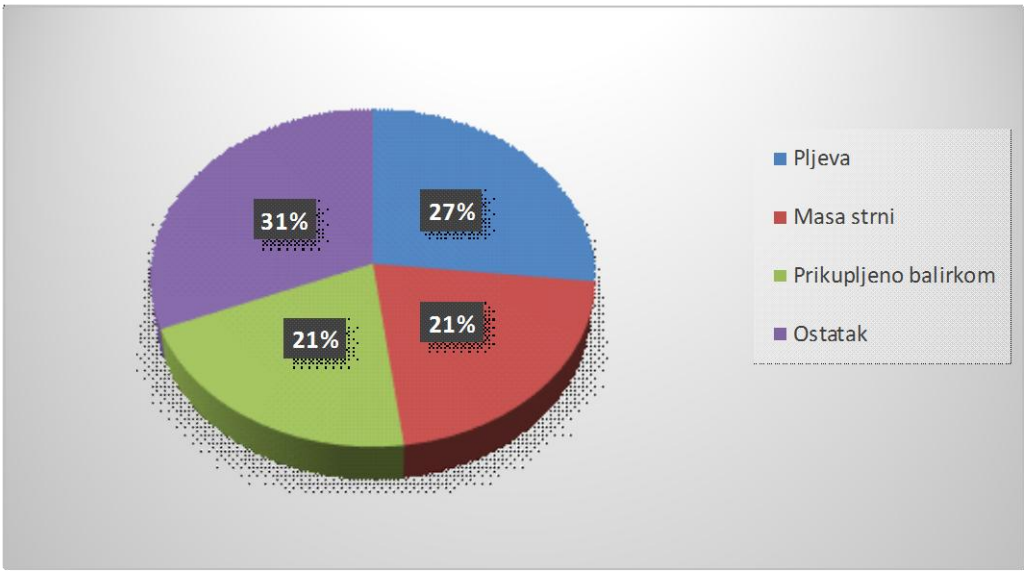


Grafikon 4.2. Ukupna nadzemna masa sorte Kraljica

U tablici 4.3. prikazani su podaci za sortu Sofru dobiveni nakon prešanja i uzimanja uzoraka visine strni, odnosno one mase koja se nije mogla prikupiti prešom. Odnos mase zrna i ostale nadzemne mase je prilično isti i iznosio je približno 1:1. Vrijednost prosječne mase strni, dobivene vaganjem uzetih uzoraka nakon prohoda kombajna je bila 1.893,0 kg/ha. Zbroj prosječne mase strni i prosječne mase pljeve koju je kombajn razbacivačem pljeve raširio po polju, ulazi u dio nadzemne mase koja se ne može prikupiti prešom i ona iznosi 4.267,8 kg. Vaganjem bala slame na kolnoj vagi dobivena je masa prikupljene slame po ha, a iznosila je 1.857,9 kg. Prosječna učinkovitost prešanja je iznosila 21,5 % a to je omjer mase prikupljene slame prešom i ukupne nadzemne mase bez mase zrna (slama + pljeva). Masa koja se može prikupiti prešom dobivena je oduzimanjem mase strni i mase pljeve od ukupne mase slame i mase pljeve i iznosila je 4.633,0 kg/ha. Učinkovitost prešanja koja se odnosi samo na onu masu koja se može prikupiti bila je 44,5 %.

Tablica 4.3 Rezultati dobiveni nakon prešanja i vaganja bala za sortu Sofru

Oznaka uzorka sorte **SOFRU**	Odnos zrna i ostale nadzemne mase	Masa strni (kg/ha)	Dio nadzemne mase koja se ne može prikupiti (kg)	Masa slame prikupljena prešom (kg)	**Ukupna učinkovitost prešanja (%)**	Masa koja se može prikupiti prešom (kg)	Učinkovitost prešanja mase koja se može prikupiti (%)
1.	1,20	1.396,3	3.422,8	1.857,9	24,4	4.178,6	44,46
2.	0,90	2.188,2	4.333,9	1.857,9	23,7	3.506,3	52,99
3.	1,07	2.528,7	4.316,8	1.857,9	27,2	2.524,8	73,59
4.	0,89	1.975,3	4.614,9	1.857,9	19,2	5.072,2	36,63
5.	0,96	1.660,3	4.548,5	1.857,9	16,7	6.605,0	28,13
6.	1,01	1.609,2	4.370,2	1.857,9	18,1	5.911,1	31,43
Prosjek	**1,00**	**1.893,0**	**4.267,8**		**21,5**	**4.633,0**	**44,54**
St.dev.	0,10	419,39	431,41		4,14	1.525,50	16,85
C.V.	11,71	22,15	10,11		19,25	32,93	37,82



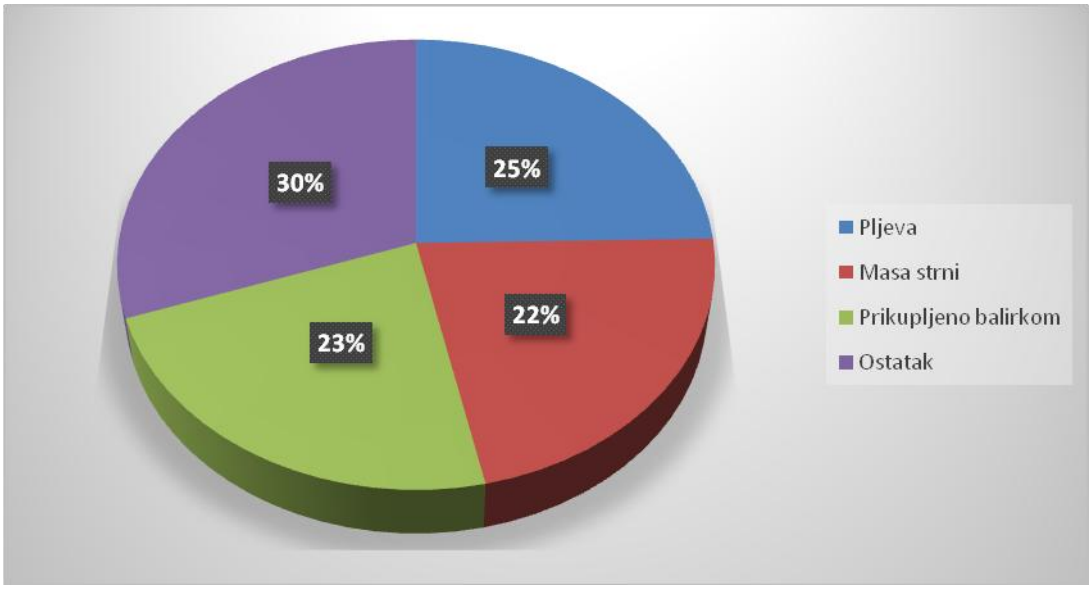
Grafikon 4.3. Učinkovitost prikupljanja slame sorte Sofru

U tablici 4.4. prikazani su podaci za sortu Kraljica dobiveni nakon prešanja i uzimanja uzoraka visine strni, odnosno one mase koja se nije mogla prikupiti prešom. Odnos mase zrna i ostale nadzemne mase bio je isti kao i kod sorte Sofru i iznosio je približno 1:1. Vrijednost prosječne mase strni, dobivene vaganjem uzetih uzoraka nakon prohoda kombajna je bila 2.121,5 kg/ha. Masa nadzemnog dijela koji se ne može prikupit prešom (masa strni i masa pljeve) iznosila je 4.480,0 kg. Vaganjem bala slame na kolnoj vagi dobivena je masa prikupljene slame po hektaru, a bila je 2.234,0 kg. Prosječna učinkovitost prešanja je iznosila 23,7 % a to je omjer mase prikupljene slame i ukupne nadzemne mase bez mase zrna (slama + pljeva). Masa koja se može prikupiti prešom dobivena je oduzimanjem mase strni i mase

pljeve od ukupne mase slame i pljeve, iznosila je 5.168,9 kg/ha. Učinkovitost koja se odnosi samo na onu masu koja se može prikupiti bila je 45,5 %.

Tablica 4.4. Rezultati dobiveni nakon prešanja i vaganja bala za sortu Kraljica

Oznaka uzorka sorte **KRALJICA**	Odnos zrna i ostale nadzemne mase	Masa strni (kg/ha)	Dio nadzemne mase koja se ne može prikupiti (kg)	Masa slame prikupljena prešom (kg)	**Ukupna učinkovitost prešanja (%)**	Masa koja se može prikupiti prešom (kg)	Učinkovitost prešanja mase koja se može prikupiti (%)
1.	0,93	1.958,3	3.882,6	2.234,0	26,1	4.692,1	47,61
2.	1,01	1.881,7	4.044,4	2.234,0	26,4	4.419,7	50,55
3.	0,98	1.668,8	4.342,2	2.234,0	21,0	6.278,6	35,58
4.	1,04	2.588,3	4.597,7	2.234,0	28,1	3.364,1	66,41
5.	1,01	3.014,0	6.164,4	2.234,0	18,1	6.158,6	36,27
6.	1,04	1.617,7	3.848,6	2.234,0	22,5	6.100,0	36,62
Prosjek	**1,00**	**2.121,5**	**4.480,0**		**23,7**	**5.168,9**	**45,51**
St.dev.	0,04	558,10	873,54		3,81	1.193,64	12,08
C.V.	4,01	34,50	22,70		16,92	19,57	32,99



Grafikon 4.4. Učinkovitost prikupljanja slame sorte Kraljica

U tablici 4.5. su uspoređeni dobiveni podaci između sorata. Prinos zrna sorte Kraljica je bio veći za približno 800 kg/ha, što nije značajno ali može imati presudnu ulogu u izboru sortimenta. Usporedno sa prinosom zrna, kod Sorte Kraljica je veća i masa stabljike i lista te masa pljeve što u konačnici daje veću ukupnu nadzemnu masu za oko 1.500 kg/ha. Žetveni indeks kod obje sorte je prilično isti i prikazuje nam približno jednak odnos slame i zrna. Masa strni dobivena uzimanjem uzoraka nakon prohoda kombajna je također neznatno veća

kod sorte Kraljica. Dio nadzemne mase koji se može prikupiti je također veći kod sorte Kraljice ali nema statistički značajne razlike. Masa koja je prikupljena prešom kod sorte Kraljica je iznosila 2.234,0 kg/ha, a kod sorte Sofru 1.857,0 kg/ha što utječe na veću ukupnu učinkovitost prešanja za 2 % kod sorte Kraljica. Učinkovitost prešanja u odnosu na onu količinu mase koja se mogla prikupiti je slična u obje sorte.

Tablica 4.5. Prosječne vrijednosti istraživanih parametara (13% H_2O)

Prije prešanja	KRALJICA	SOFRU	LSD	P_value
Prinos zrna (a)	9.661,0 ± 1.703,6	8.876,1 ± 1.497,2	2.063,1	0,4165
Masa stabljike i lista (b)	7.259,3 ± 1.206,0	6.496,5 ± 1.247,5	1.578,3	0,3069
Masa pljeve (c)	2.358,5 ± 467,2	2.374,8 ± 447,4	588,4	0,9518
Masa pljeve koja je ostala u masi zrna (d)	31,08 ± 16,75	29,52 ± 31,05	32,09	0,9158
Ukupna nadzemna masa (a + b + c + d)	19.309,8 ± 3.331,9	17.777,0 ± 3.076,4	4.125,1	0,4270
Masa stabljike i lista + masa pljeve (b + c + d)	9.648,8 ± 1.648,6	8.900,9 ± 1.711,9	2.161,8	0,4586
Žetveni indeks (a / a + b + c + d)	0,5001 ± 0,0106	0,5002 ± 0,028	0,0272	0,9976
Odnos mase zrna prema masi stablijike i liste te masi pljeve (a / b + c)	1,0012 ± 0,0419	1,006 ± 0,1157	0,112	0,9258
Masa strni (e)	2.121,5 ± 558,1	1.893,0 ± 419,4	635,0	0,4414
Nakon prešanja				
Dio nadzemne mase (bez zrna) koja se ne može prikupiti (c + d + e)	4.511,0 ± 875,4	4.297,4 ± 439,0	890,82	0,6047
Masa slame prikupljeno prešom (prešom) (f)	2.234,0	1.857,0		
Učinkovitost prešanja % (f / b + c + d)	23,69 ± 3,78	21,53 ± 4,15	5,11	0,3694
Dio nadzemne mase (bez zrna) koja se može prikupiti prešom (b - e)	5.137,8 ± 1.186,9	4.603,5± 1.504,1	1742,9	0,5101
Učinkovitost prešanja mase koja se može prikupiti % (f / b – e)	45,8 ± 12,22	44,76 ± 16,82	18,91	0,9054

U tablici 4.6. prikazane su korelacije između određenih veličina koje su izračunate i korištene da bi se došlo do konačnog izračuna učinkovitosti prikupljanja. Korelacija između mase zrna i mase stabljike i lista je pozitivna i potpuna, odnosno rast prinosa zrna prati i rast mase stabljike i lista što se može potvrditi sa 99 %-tnom sigurnošću.

Korelacija između mase strni i nadzemnog dijela mase koji se ne može prikupiti jaka je i pozitivna, odnosno rastom mase strni paralelno raste i nadzemni dio mase koji se ne može prikupiti. S 99 %-tnom sigurnošću se može potvrditi da postoji potpuna negativna korelacijska povezanost između mase pljeve i ukupne učinkovitosti prešanja. Ukupna učinkovitost prešanja opada povećanjem mase pljeve koju kombajn razbaca po polju i koju nije moguće prikupiti.

Tablica 4.6. Korelacije između određenih komponenti izračuna

Korelacija	r	P value
A / B	**0,9121**	**<0,001**
G / B	-0,3008	0,3421
C / D	0,7425	0,0057
E / D	0,6969	0,0113
E / F	**-0,9259**	**<0,001**
D / F	-0,4820	0,1126

Gdje je:

A – masa zrna
B - masa stabljike i lista + masa pljeve
C - masa strni
D - dio nadzemne mase (bez zrna) koja se ne može prikupiti
E - masa pljeve
F - ukupna učinkovitost prešanja
G - žetveni indeks

Rezultati koji su dobiveni u istraživanju mogu se usporediti sa rezultatima drugih autora koji su se bavili istom ili sličnom tematikom u prošlosti. Kada se usporedi prinos dviju istraživanih sorata ostvareni su nešto bolji rezultati od rezultata prikazanih u katalozima sjemenskih kuća. Prinos zrna sorte Sofru dobiven u istraživanju bio je 8.876,1 kg/ha na bazi 13 % vlage dok je na Pik Vinkovci iste godine na pokusnim poljima ostvaren prinos zrna od 7.482,0 kg/ha na bazi 15,2 % vlage. Također je postignut veći prinos zrna sorte Kraljica od prosjeka pokusnih polja u okolici. Jedan od boljih rezultata na pokusnim poljima bio je u mjestu Sveti Đurađ sa 9.100,0 kg/ha na bazi 13 % vlage dok je prinos u ovom istraživanju iznosio 9.661,0 kg/ha.

Žetveni indeks obje sorte je skoro isti i iznosi 0,5, a taj rezultat je sličan rezultatima drugih autora. Istraživanje u SAD-u na pet različitih sorata pšenice pokazalo je prosječan

žetveni indeks 0,45, a varirao je od 0,33 do 0,61. Razlike u količini oborina i razlike između kultivara, pokazale su utjecaj na varijacije u klasama pšenice (DAI i sur. 2016.). Poljski pokusi u Velikoj Britaniji dali su prosječne rezultate žetvenog indeksa koji je varirao od 0,496 do 0,539 kod različitih sorata pšenice. Sorta pšenice sa najvećim prinosom zrna i najvećom biomasom imala je žetveni indeks 0,512 (White i Wilson 2006.). Karlen i Huggins (2014.) u svome radu navode prosječan žetveni indeks po lokacijama i godinama od 0,44 koji je premašio povijesni žetveni indeks koji je iznosio 0,375 što je rezultiralo padom prinosa slame za 24 %.

Ukupna učinkovitost prikupljanja slame u uvjetima pokusa iznosila je 23,69 % za sortu Kraljica i 21,53 za sortu Sofru. Golub i sur. (2012.) su u svome istraživanju dobili rezultate učinkovitosti 26 % u 2011. godini i 33 % u 2012. Lafond i sur. (2009.) rezultate učinkovitosti prikupljanja su prikazali u tri sustava. Sustavom koji je korišten i u ovom diplomskom radu, a to je jednofazna žetva pa prešanje autori su dobili učinkovitost od 29 %. Perlack (2005.) u svome radu navodi da prikupljanje slame uključuje višestruke prijelaze opreme preko polja i rezultira u prosjeku ne više od 40 % učinkovitosti uklanjanja slame. Ovakav nizak iznos posljedica je kombinacije ograničenja opreme za sakupljanje, nepravilnosti terena, ekonomičnosti i zahtjeva očuvanja okoliša. Na nešto nižu učinkovitost prešanja u uvjetima pokusa utjecalo je više faktora. Prvi faktor su nepovoljni klimatski uvjeti, odnosno velike količine kiše koje su pale pred žetvu i prolongirali je do 13. srpnja. Zbog prolongirane žetve došlo je do pada kvalitete zrna i slame. Slama je izgubila volumen i postala je krhka i lomljiva. Kada se pojave nepovoljni uvjeti, vjerojatno je da će se prinosi slame više smanjiti nego prinosi zrna (Linden i sur. 2000), iako će navedeno smanjenje varirati ovisno o opsegu i vrsti nepovoljnih uvjeta koji se pojavljuju tijekom životnog ciklusa biljaka. Drugi faktor je način rada kombajna koji je pljevu razbacivačem raširio po otkosu te se ona nije mogla prikupiti. Osim toga, aksijalni sustav kombajna sa rotorima dodatno je usitnio već krhku i lomljivu stabljiku. Na bolju učinkovitost mogla je utjecati manja visina strni te bi na taj način bila veća masa slame koja bi se mogla prikupiti. Prosječna visina strni kod sorte Sofru je 17,3 cm, a kod sorte Kraljica 18,3 cm dok je kod drugih autora prosječna visina strni 15 cm.

Razlika između sorata nije statistički značajna iako je sorta Kraljica pokazala nešto bolje rezultate u svim parametrima istraživanja. Sorta Sofru je prema osobinama navedenim u službenim glasilima sjemenske kuće, naročito visine biljke slovila za „slamnatiju“ sortu od Kraljice, ali to u konačnici nije bilo tako.

Prilikom iznošenja slame sa polja trajno su uklonjene određene količine hranjiva koje slama sadrži u svome kemijskom sastavu. Prema Vukadinović i Vukadinović (2016.) pšenična slama sadrži po toni mase 5 kg čistog dušika, 2 kg čistog fosfora i 10 kg čistog kalija. Paralelno tome, količina slame koja je iznesena po hektaru sadrži 11,17 kg N, 4,47 kg P i 22,34 kg K kod sorte Kraljica i 9,29 kg N 3,71 kg P i 18,57 kg K kod sorte Sofru. Na dan 10.03. 2019. godine prema srednjem tečaju USD od 6,61 HRK cijena tone UREA-e je bila 1.635,98 HRK, a cijena jednog kilograma N iz ovog jednostavnog gnojiva 3,56 HRK. Cijena tone trostrukog superfosfata iznosila je 2.121,82 HRK, a cijena kilograma P_2O_5 prema tome 4,61 HRK. Cijena tone kalijevog klorida je bila 1.622,76 HRK, a cijena kilograma K_2O iz ovog jednostavnog gnojiva je iznosila 2,70 HRK. Ukupna vrijednost slame koja je iznesena sa polja prema cijeni hranjiva iznosila je 120,69 HRK kod sorte Kraljica i 100,31 HRK kod sorte Sofru.

Tablica 4.7. Sadržaj hranjiva u slami i cijena slame prema iznesenim hranjivima

		N	P_2O_5	K_2O
Prosječan sadržaj hranjiva u slami (kg/t)[1]		5	2	10
Sadržaj hranjiva koji se iznosi prikupljanjem slame (kg/ha)	Kraljica 2.234,0 kg/ha	11,17	4,47	22,34
	Sofru 1.857,0 kg/ha	9,29	3,71	18,57
Cijene jednostavnih gnojiva u HRK/t[2]		Urea 46-0-0 = 1.635,98		
		Trostruki superfosfat 0-46-0 = 2.121,81		
		Kalijev klorid 0-0-60 = 1.622,76		
Cijene pojedinog hranjiva iz jednostavnih gnojiva (HRK/kg)		3,56	4,61	2,70
Vrijednost hranjiva u iznesenoj slami (HRK)	Kraljica	39,76	20,61	60,32
	Sofru	33,07	17,10	50,14
Vrijednost slame na osnovu iznesenih hranjiva HRK/ha	Kraljica	120,69		
	Sofru	100,31		

[1] Vukadinović i Vukadinović, 2016.; [2] World Bank, 2019.

U STEEP studiji u SAD-u procijenjena vrijednost N, P, K i sumpora (S) uklonjenih u žetvenim ostacima pšenice iznosila je 13,7 USD/t (90,62 HRK/t). U područjima s visokim udjelom slame, procijenjena vrijednost prikupljene slame u USD za zamjenu gnojiva premašila je 25 USD/ha (165,25 HRK/ha). Sa ekonomskog stajališta proizvođači suhog pšeničnog zrna obično primaju od 3 - 5 USD/t u sjeverozapadnom dijelu SAD-a, od naručitelja koji sakupljaju većinu slame koja se izvozi iz ove regije. Tradicionalno, glavni motiv za proizvođače da prodaju žetvene ostatke je smanjiti ukupne operativne troškove u visokoprinosnim područjima za 35 - 60 USD/ha, ovisno o primijenjenoj obradi tla. Međutim, proizvođači su izrazili zabrinutost zbog dugoročnih utjecaja trajnog uklanjanja slame (Karlen i Huggins 2014.).

Scarlat i sur. (2010.) navode da je održivo uklanjanje pšenične slame, bez negativnih utjecaja na tlo, u rasponu od 15 do 60%. Na osnovi rezultata dobivenih u ovom diplomskom radu a koji su iznosili 23,69 % i 21,53 % iznesenih žetvenih ostataka, može se zaključiti da je izneseno relativno malo žetvenih ostataka s polja. Tarkalson i sur. (2009) navode da se u slučaju prinosa zrna od preko 6.800 kg/ha može iznijeti i preko 3.969 kg slame po hektaru bez osiromašivanja tla organskim ugljikom.

Kada bi se prikupila maksimalna količina slame prema mogućnostima korištene mehanizacije i bez negativnih utjecaja na tlo postavilo bi se pitanje tržišta. Većina slame u RH se koristi za potrebe stočarstva, gljivarstva, proizvodnje peleta a jedan dio se izvozi u Sloveniju, Mađarsku i Austriju gdje oni slamu koriste kao gorivo u gradskim i privatnim toplanama. U SAD-u slama pšenica jedna je od glavnih sirovina za proizvodnju biogoriva. Biogoriva, koja su tekuća ili plinovita proizvedena iz biljne biomase, proizvode se za uporabu u sektoru prometa u svrhu smanjenja emisija stakleničkih plinova i povećanja energetske sigurnosti (Valentine i sur. 2012.; Khanna i Chen, 2013.). Razlikuju se biogoriva prve generacije (FGB) i biogoriva druge generacije (SGB). Trenutno, većina proizvedenog biogoriva su biogoriva prve generacije (FGB), osobito bioetanol, koji se proizvodi iz zrna (Simbolotti, 2013). Razvoj biogoriva druge generacije potaklo je kritiziranje FGB-a zbog moguće konkurencije u proizvodnji hrane (Oladosu i Msangi 2013.). SGB se proizvode iz lignocelulozne biomase kao što su ostaci usjeva i ostaci iz šumarstva, otpadnog papira te se stoga smatra da imaju minimalan utjecaj na proizvodnju hrane (Gnansounou 2010.).

Za proizvodnju biogoriva druge generacije trebalo bi u budućnosti koristiti kultivare pšenice koji uz visoki prinos zrna daju i visoki prinos slame. Usmjerenost na povećanje prinosa slame mogla bi zauzvrat dovesti do razvoja sorata pšenice dvostruke namjene (DPC-Dual purpose cultivar) koja je optimizirana za proizvodnju zrna i slame.

DPC-i bi se mogli pronaći između kultivara koji se trenutno uzgajaju, ili bi se mogle razviti novi kultivari, koji bi bili jednako dobri u proizvodnji hrane i energije. Međutim, većina oplemenjivačkih programa na kultivarima pšenice idu u pravcu skraćivanja stabljike i postizanju otpornosti na bolesti. Relativno malo istraživanja je usmjereno na razvoj i poboljšanje visokih kultivara pšenice (Perlack 2005.). Ključna svojstva za razvoj DPC-a kojima se treba posvetiti pažnja su prinos zrna, prinos slame, probavljivost slame i otpornost na polijeganje. Između tih svojstava trebao bi postojati kompromis, odnosno poboljšanje jednog svojstva ne bi trebalo negativno utjecati na drugo svojstvo.

Prema svemu, postoji mogućnost da se razvije DPC za pšenicu, iako je opseg za poboljšanje pojedinih osobina ograničen. Identificirani su specifični kultivari koji imaju visok prinos zrna, uz visok prinos slame, iako postoje ograničenja na daljnje povećanje prinosa slame bez ugrožavanja prinosa zrna. Općenito, postoji znatna neizvjesnost u budućnosti sektora biogoriva u Europi. To sugerira da trenutno nema velike vrijednosti u razvoju DPC-a. Postoji mogućnost poboljšanja prinosa i probavljivosti slame, premda se upozorava na izbjegavanje negativnih utjecaja na prinose i rezistenciju zrna. Ako se razvija sektor biogoriva, postoji prostor za razvoj DPC-a.

5. Zaključak

Na osnovi dobivenih rezultata u ovom diplomskom radu i usporedbi sa prikazanom literaturom može se zaključiti sljedeće:

1. Korištenjem navedene mehanizacije prikupljene su određene količine slame dviju sorata pšenice: Kraljica i Sofru. Učinkovitost prikupljanja slame kod sorte Kraljica je iznosila 23,69 %, dok je kod sorte Sofru 21,53 %. Razlika između sorata nije statistički značajna iako je sorta Kraljica pokazala nešto bolje rezultate u svim parametrima istraživanja.
2. Rezultati dobiveni u ovom diplomskom radu, a koji se tiču učinkovitosti prikupljanja slame manji su nego što su utvrdili određeni autori a to se može pripisati različitoj mehanizaciji korištenoj u žetvi i za prikupljanje te relativno lošim klimatskim uvjetima tijekom trajanja pokusa.
3. Žetveni indeks obje sorte je podjednak i iznosi 0,5, a taj rezultat je u skladu sa znanstvenom i stručnom literaturom.
4. Prilikom iznošenja 2.234 kg/ha slame kod Kraljice i 1.857 kg/ha slame kod Sofru-a, trajno su uklonjene određene količine hranjiva koje ta slama sadrži u svome kemijskom sastavu. Količina slame koja je uklonjena sadrži 11,17 kg N, 4,47 kg P i 22,34 kg K kod sorte Kraljica i 9,29 kg N 3,71 kg P i 18,57 kg K kod sorte Sofru. Pretvoreno u jednostavna gnojiva, odnosno u njihovu cijenu, vrijednost svih hranjiva zajedno iznosi 120,69 HRK/ha za sortu Kraljicu, odnosno 100,31 HRK/ha za sortu Sofru. U usporedbi sa ostalim autorima to je nešto manja novčana vrijednost ukupnih hranjiva po toni ali i po hektaru.
5. Prema podacima iz korištene literature i rezultatima dobivenim u diplomskom radu, odnosno prinosu zrna mogla bi se iznijeti daleko veća količina slame bez negativnih utjecaja na tlo. Međutim pitanje je isplativosti, a u konačnici i pitanje tržišta. U RH otkup slame je slabo ili nikako razvijen za potrebe proizvodnje tekućih biogoriva. Uz neku vrstu potpora i povećane cijene slame možda bi se poljoprivrednici odlučili na prodaju slame i osigurali si dodatni izvor zarade.
6. Usmjerenost na povećanje prinosa slame mogla bi zauzvrat dovesti do razvoja kultivara dvostruke namjene (DPC-Dual purpose cultivar) koji su optimizirani za proizvodnju zrna i slame. Trenutno je sektor biogoriva još nedovoljno razvijen, pa tako postoji i neizvjesnost u budućnosti razvoja DPC-a.

6. Popis literature

1. Blanco-Canqui H., Lal R. (2009). Crop residue removal impacts on soil productivity and environmental quality. Critical reviews in plant science, 28(3), 139-163.
2. Boyden A., Hill L., Leduc P., Wassermann J. (2001). Field tests to correlate biomass, combine yield and recoverable straw. Prairie Agricultural Machinery Institute. Project No. 5000H
3. Capper B. S. (1988). Genetic variation in the feeding value of cereal straw. Animal Feed Science and Technology, 21(2-4), 127-140.
4. Dai, J., Bean, B., Brown, B., Bruening, W., Edwards, J., Flowers, M., Ransom, J. (2016). Harvest index and straw yield of five classes of wheat. Biomass and Bioenergy, 85, 223-227.
5. Državni zavod za statistiku (2017). Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2017.
6. Gagro M. (1997). Žitarice i zrnate mahunarke. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb, 200-206.
7. Gnansounou E. (2010). Production and use of lignocellulosic bioethanol in Europe: Current situation and perspectives. Bioresource technology, 101(13), 4842-4850.
8. Gobin A., Campling P., Janssen L., Desmet N., van Delden H., Hurkens J., Lavelle P., Berman S. (2011). Soil organic matter management across the EU – best practices, constraints and trade-offs. Final Report for the European Commission's DG Environment, September 2011.
9. Golub M., Martinov M., Višković M., Đatkov Đ., Veselinov B., Bojić S. (2013). Harvestable and on-field remaining crop residues of wheat and soybean. In Actual Tasks on Agricultural Engineering. Proceedings of the 41. International Symposium on Agricultural Engineering, Opatija, Croatia, 19-22 February 2013(pp. 301-312). University of Zagreb Faculty of Agriculture.
10. Gračanin M. (1947). Pedologija, II. dio. Fiziografija tala., Zagreb.
11. Jaćimović G., Aćin V., Crnobarac J., Latković D., Manojlović M. (2017). Efekti zaoravanja žetvenih ostataka na prinos pšenice u dugotrajnom poljskom ogledu. Letopis naučnih radova, 41(1), 1-8.
12. Karlen, D. L., Huggins, D. R. (2014). Crop residues.
13. Kernan J.A., Coxworth E.C., Crowle W.L., Spurr D.T., (1984). The nutritional value of crop residue components from several wheat cultivars grown at different fertilizer levels. Animal Feed Science and Technology, 11, 301–311.

14. Khanna, M., Chen, X. (2013). Economic, energy security, and greenhouse gas effects of biofuels: implications for policy. American Journal of Agricultural Economics, 95(5), 1325-1331.
15. Kovačević V., Rastija M. (2014.). Žitarice, Interna skripta, Poljoprivredni fakultet u Osijeku
16. Kretschmer B., Allen B., Hart K. (2012). Mobilising cereal straw in the EU to feed advanced biofuel production. Institute for European Environmental Policy.
17. Lafond G. P., Stumborg M., Lemke R., May W. E., Holzapfel C. B., Campbell C. A. (2009). Baling straw for ethanol production: the long-term implications on soil quality and productivity.
18. Larsen S. U., Bruun S., Lindedam J. (2012). Straw yield and saccharification potential for ethanol in cereal species and wheat cultivars. biomass and bioenergy, 45, 239-250.
19. Linden DR, Clapp CE, Dowdy RH., (2000). Long-term corn grain and stover yields as a function of tillage and residue removal in east central Minnesota. Soil and Tillage Research, 56, 167–174.
20. Lončarić Z., Rastija D., Baličević R., Karalić K., Popović B., Ivezić V. (2014). Plodnost i opterećenost tala u pograničnom području. Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku, Osijek, 15-22.
21. Mađarić Z. (1985). Suvremena proizvodnja pšenice. Grupa izdavača. Zagreb 1985. (str. 47 – 98)
22. Oladosu G., Msangi S. (2013). Biofuel-food market interactions: a review of modeling approaches and findings. Agriculture, 3(1), 53-71.
23. Parlament i Vijeće EU (2009). Direktiva 2009/28/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 23. travnja o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora, te o izmjeni i kasnijem stavljanju izvan snage direktiva 2001/77/EZ i 2003/30/EZ. Službeni list Europske unije L, 140, 39-84
24. Perlack, Robert D. (2005.). Biomass as feedstock for a bioenergy and bioproducts industry: the technical feasibility of a billion-ton annual supply. Oak Ridge National Laboratory,
25. Pospišil A. (2010). Ratarstvo I. dio. Zrinski dd, Čakovec.
26. Pravilnik o dobrim poljoprivrednim i okolišnim uvjetima (2011.), NN 89/2011
27. Scarlat N., Martinov M., Dallemand J.-F. (2010). Assessment of the availability of agricultural crop residues in the European Union: potential and limitations for bioenergy use. Waste Management, 30, 1889–1897.

28. Simbolotti G. (2013) Production of Liquid Biofuels: Technology Brief. The International Renewable Energy Agency (IRENA) and The Energy Technology Systems Analysis Programme (ETSAP).
29. Skøtt T. (2011). Straw to Energy: Status, Technologies and Innovation in Denmark 2011. Innovation Network for Biomass, Agro Business Park A/S, Tjele, Denmark.
30. Španić V. (2016). Pšenica. Poljoprivredni institut u Osijeku, Osijek, (str. 13-31)
31. Tarkalson D. D., Brown B., Kok, H., Bjorneberg, D. L. (2009). Impact of removing straw from wheat and barley fields: a literature review. Better Crops, 93(3), 17-19.
32. Valentine, J., Clifton-Brown, J., Hastings, A., Robson, P., Allison, G., Smith, P. (2012). Food vs. fuel: the use of land for lignocellulosic 'next generation'energy crops that minimize competition with primary food production. Gcb Bioenergy, 4(1), 1-19.
33. Vukadinović V., Vukadinović V. (2016). Tlo, gnojidba i prinos. Vlastita naklada, Osijek.
34. White, E. M., Wilson, F. E. A. (2006). Responses of grain yield, biomass and harvest index and their rates of genetic progress to nitrogen availability in ten winter wheat varieties. Irish Journal of Agricultural and Food Research, 85-101.

Popis internetskih stranica

1. < https://rwa.hr/pokus-rwa-psenica-u-pik-u-vinkovci/> (Pristupljeno 01.03.2019.)
2. <https://agro.basf.ca/East/KnowledgeCenter/AgSolutionsAdvisor/CurrentIssue/StrawQuality/index.html>(Pristupljeno 08.02.2018.)
3. <https://www.agroklub.com/agro-hobi/uzgoj-povrca-u-balama-slame-jednostavno-i-dekorativno/41948/> (Pristupljeno 02.12.2018.)
4. <https://www.agroklub.com/ratarstvo/ratari-izvoze-slamu/10488/> (Pristupljeno 10.3.2019.)
5. <https://www.farmprogress.com/grains/what-value-wheat-straw?ag_brand=southeastfarmpress.com> (Pristupljeno 07.02.2019.)
6. <https://www.farmtrader.co.nz/spec/detail/case-ih-axialflow-5130-33532> (Pristupljeno 08.12.2018.)
7. <https://www.savjetodavna.hr/savjeti/13/354/ne-paliti-slamu-i-strniste-nakon-zetve/> (Pristupljeno 02.12.2018.)
8. <https://www.savjetodavna.hr/savjeti/14/622/upotreba-stelje-u-govedarstvu/> (Pristupljeno 02.12.2018.)
9. Poljoprivredni institut Osijek <https://www.poljinos.hr/> Pristupljeno 29. rujna 2018. godine
10. ARKOD preglednik, Agencija za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju. < http://preglednik.arkod.hr/ARKOD-Web/>. Pristupljeno 29. rujna 2018.
11. DHMZ, Državni hidrometeorološki zavod < http://meteo.hr/>. Pristupljeno 10. rujna 2018.
12. ENVI atlas okoliša, Hrvatska agencija za okoliš i prirodu. < http://envi.azo.hr/>. Pristupljeno 29. rujna 2018.
13. FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. < http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Pristupljeno 25. rujna 2018.
14. Vukadinović V. (2014). Zaoravati ili spaljivati ţetvene ostatke?. Agroklub. <https://www.agroklub.com/ratarstvo/zaoravati-ili-spaljivati-zetvene-ostatke/15244/>(Pristupljeno 10.12.2018.)
15. World Bank, cijene mineralnih gnojiva http://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets (Pristupljeno 10.3.2019.)

Životopis

Antun Zmaić je rođen 08.01.1995. godine u Slavonskom Brodu, Republika Hrvatska. Osnovnu školu pohađao je u Vrpolju, koju je završio s odličnim uspjehom 2009. godine. Srednjoškolsko obrazovanje završio je u Gimnaziji Matija Mesić u Slavonskom Brodu, prirodoslovno-matematičkog smjera s vrlo dobrim uspjehom 2013. godine. Državnu maturu polaže 2013. godine sa vrlo dobrim uspjehom. Nakon toga upisuje preddiplomski sveučilišni studij na Agronomskom fakultetu u Zagrebu, smjer: Biljne znanosti, koji završava obranom završnog rada na temu: Čimbenici plodnosti svinja na obiteljskim gospodarstvima
Iste godine upisuje diplomski studij, smjer: Biljne znanosti.