Utjecaj brzine kretanja pneumatske sijačice na kvalitetu sjetve kukuruza

Martinović, Josip

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:204:401973

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

UTJECAJ BRZINE KRETANJA PNEUMATSKE SIJAČICE NA KVALITETU SJETVE KUKURUZA

DIPLOMSKI RAD

Josip Martinović

Zagreb, srpanj, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:
Mehanizacija

UTJECAJ BRZINE KRETANJA PNEUMATSKE SIJAČICE NA KVALITETU SJETVE KUKURUZA

DIPLOMSKI RAD

Josip Martinović

Mentor: doc. dr. sc. Igor Kovačev

Neposredni voditelj: Zlatko Koronc, dipl. ing.

Zagreb, srpanj, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Josip Martinović**, JMBAG 0178098445, rođen 11. 09. 1994. u Šibeniku, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

UTJECAJ BRZINE KRETANJA PNEUMATSKE SIJAČICE NA KVALITETU SJETVE KUKURUZA

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 **Josipa Martinovića**, JMBAG 0178098445 , naslova

UTJECAJ BRZINE KRETANJA PNEUMATSKE SIJAČICE NA KVALITETU SJETVE KUKURUZA

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo:			potpisi:
1.	doc. dr. sc. Igor Kovačev	mentor	_____
	Zlatko Koronc, dipl. ing.	neposredni voditelj	_____
2.	doc. dr. sc. Nikola Bilandžija	član	_____
3.	izv. prof. dr. sc. Željko Jukić	član	_____

Zahvala

Zahvaljujem se mentoru doc. dr. sc. Igoru Kovačevu na idejama, predloženoj temi i vremenu izdvojenom prilikom istraživanja i pisanja diplomskog rada. Hvala dipl. ing. Zlatku Koroncu na izdvojenom vremenu i pomoći prilikom provođenja istraživanja za ovaj diplomski rad, prof. dr. sc. Željku Jukiću i doc. dr. sc. Nikoli Bilandžiji na pruženim savjetima oko pisanja diplomskog rada. Hvala svim profesorima koji su tijekom fakultetskog obrazovanja prenijeli dio svog znanja na mene.

Zahvaljujem se Danijelu Udovičiću na pomoći kod sjetve kukuruza potrebnog za provođenje istraživanja.

Posebno se zahvaljujem roditeljima Miroslavu i Zdravki, bratu Ivanu i sestri Sari na podršci prilikom studiranja i izrade diplomskog rada.

Hvala grupi agronoma i svim prijateljima koji su bili podrška tijekom obrazovanja.

Sadržaj

1. Uvod 1
1.1. Cilj rada 3
2. Strojevi za sjetvu 4
2.1. Tipovi sijačica i sjetvenih aparata 4
2.2. Sijačice za okopavine 5
2.2.1. Sijačice s podtlakom 5
2.2.2. Sijačice s nadtlakom 6
2.2.3. Transmisija 7
2.2.4. Markeri 8
2.2.5. Ulagači 9
3. Pregled literature 10
4. Materijal i metode 12
4.1. Sustav obrade tla za kukuruz 12
4.2. Lokacije pokusnih parcela 13
4.2.1. OPG Martinović 13
4.2.2. OPG Udovičić 14
4.3. Sijačice 14
4.3.1. Becker Aeromat T 14
4.3.2. Kverneland Optima HD eDrive 15
4.4. Određivanje kvalitete sjetve 17
4.4.1. ISO 7256 18
4.4.2. Brzina kretanja i učinak sjetvenog agregata 19
4.4.3. Razmak sjemena unutar reda 19
5. Rezultati i rasprava 21
6. Zaključak 24
7. Literatura 25

Sažetak

Diplomskog rada studenta **Josipa Martinovića**, naslova

UTJECAJ BRZINE KRETANJA PNEUMATSKE SIJAČICE NA KVALITETU SJETVE KUKURUZA

Cilj istraživanja bio je utvrditi optimalnu brzinu kretanja sijaćeg agregata obzirom na radni učinak i kvalitetu sjetve: razmak između redova i razmak unutar reda. Istraživanje je provedeno na dva tipa pneumatskih sijačica (s podtlakom i s nadtlakom) pri tri brzine kretanja (6, 8 i 10 km/h). Nakon sjetve utvrđeno je da sijačica sa podtlakom pri brzini od 6,24 km/h imala 100%-tnu točnost, a pri većim brzinama sjetve javljaju se odstupanja u vrlo malom postotku. U sjetvi sa sijačicom s nadtlakom, povećanjem brzine kretanja sijačice s nadtlakom, došlo je do značajnog smanjenja kvalitete sjetve. Obzirom na učinak agregata povećanje brzine kretanja opravdano je kod sijačice sa principom rada na podtlak zbog toga što povećanjem brzine dolazi do vrlo malih odstupanja u zadanom sklopu i malog smanjenja kvalitete sjetve prema ISO 7256.

Ključne riječi: sijačica s nadtlakom, sijačica s podtlakom, ISO 7256

Summary

Of the master's thesis - student **Josip Martinović,** entitled

IMPACT OF WORKING SPEED ON QUALITY OF CORN PLANTING WITH PNEUMATIC SEED DRILL

The aim of this research was to determine the optimal working speed air seed drill regarding work rate and seed distribution: space between rows and space within rows. The research was conducted with two types of pneumatic sowing machines (with overpressure and with vacuum metering system) at three working speeds (6, 8 and 10 km/h). After sowing it was determined that the sowing machine with vacuum metering system at the speed of 6,24 km/h had 100 % accuracy, and at higher speeds minor deviations occurred. In sowing with the sowing machine with overpressure system, increasing the working speed resulted with a major decrease of seed distribution quality. Given the work rate of the sowing aggregate, the increase of the working speed is justified in the case of vacuum type pneumatic seed drill because the increase in speed results in minor deviations in sowing rates and seeding quality according to ISO 7256.

Key words: seed drill with overpressure, vacuum seed drill, ISO 7256

1. Uvod

U svakoj vrsti ratarske proizvodnje jedan od najvažnijih čimbenika kojim se postižu visoki prinosi je i sjetva. Sjetva je postupak polaganja sjemena u tlo na točno određenu dubinu, razmak unutar reda i razmak između redova. Da bi se kvalitetno obavila sjetva potrebno je pravilno podesiti sijačicu. Samo pravilno podešenom sijačicom može se ostvariti potreban sklop odnosno broj zrna po jedinici površine. Broj zrna po jedinici površine ovisi o više čimbenika kao što su kultura koju sijemo, sorta, duljina vegetacije, uvjeti na parceli u samoj sjetvi i dr. Nestručno podešenom ili korištenom mehanizacijom može doći do oštećenja stroja ili pojedinih sklopova na agregatu (traktor + sijačica) koji se koristi. Također nepravilno podešenom sijačicom ili nepravilnim rukovanjem stvaramo dodatne troškove u proizvodnji pa se tako u konačnici smanjuje profit. Na zbijenom tlu puno je teže kvalitetno obaviti predsjetvenu pripremu tla, dolazi do smanjenja prinosa zbog otežanog razvoja korijenovog sustava uzgajane biljke, narušava se vodo-zračni režim u tlu, dolazi do problema stagnirajuće vode na tlu zbog nepropusnosti tla, a ako ne pristupimo njegovom rahljenju dolazi do smanjena mikrobiološke aktivnosti u tlu što rezultira manjom plodnosti tla. Povećana potrošnja goriva uzrokuje više troškove proizvodnje i veće zagađenje okoline ispušnim plinovima motora s unutarnjim izgaranjem. Zimmer i sur. (2009.) su utvrdili da mehanizacija sudjeluje s 50% do 75% ukupnih troškova u biljnoj proizvodnji.

Za sjetvu moramo odabrati pouzdane sijačice zbog sve većih zahtjeva u pogledu brzine rada, odnosno da bi ispoštovali agrotehničke rokove sjetve. Važno je pravilno odabrati sijačicu koja će omogućiti preciznu i kvalitetnu sjetvu na parcelama. Danas se sve više uz sjetvu provodi i gnojidba startnim dozama mineralnih gnojiva, a sjeme je tretirano pesticidima. Zbog toga je važno da sijačica ima odgovarajuće ulagače za mineralna gnojiva te da bude opremljena usmjerivačima zraka koji izlazi iz turbine kako ne bi došlo do ispuštanja zraka onečišćenog pesticidima u atmosferu.

Površine koje je zauzimao kukuruz u svijetu u razdoblju od 2012. do 2016. bile su 179.791.974 ha u 2012. godini. Svake godine je bilježen rast proizvodnje kukuruza pa je tako u 2016. površina pod kukuruzom iznosila 195.363.162 ha, što je vidljivo u tablici 1.

Tablica 1. Proizvodnja zrna kukuruza u svijetu, površina, prosječni prinos, ukupna proizvodnja

Godina	Površina (ha)	Prosječni prinos (t/ha)	Proizvodnja (t)
2012.	179.791.974	4,87	875.039.160
2013.	186.957.444	5,44	1.016.207.182
2014.	185.807.919	5,59	1.039.267.776
2015.	190.435.913	5,52	1.052.097.073
2016.	195.363.162	5,63	1.100.225.518

Izvor: Faostat.org

Gagro (1997.) navodi da se kukuruz u svijetu proizvodi na 130 milijuna hektara a prosječan prinos iznosi oko 3700 kg/ha. Najveći proizvođači kukuruza su SAD (28 milijuna ha), Kina (19 milijuna ha) i Brazil (12,5 milijuna ha). Najveću proizvodnju zrna po hektaru imaju SAD, Francuska i Mađarska, a prosječan prinos je od 6,3-7,5 t/ha. Prosječni svjetski prinosi u razdoblju od 2012. do 2016. iznosili su 4,87 – 5,63 t/ha.

Dok je u navedenom razdoblju površina pod kukuruzom rasla u Europi je došlo do smanjenja površine zasijane kukuruzom. Iako je došlo do smanjenja površina zasijanih kukuruzom prosječni prinosi su bili sve veći pa je ukupna proizvodnja 2016. bila veća nego 2012. kada je bila zasijana najveća površina (tablica 2).

Tablica 2. Proizvodnja zrna kukuruza u Europi, površina, prosječni prinos, ukupna proizvodnja

Godina	Površina (ha)	Prosječni prinos (t/ha)	Proizvodnja (t)
2012.	18.082.296	5,30	95.902.855
2013.	18.865.424	6,33	119.463.466
2014.	18.713.621	6,89	129.003.598
2015.	17.824.901	5,83	103.938.636
2016.	17.501.906	6,74	118.004.175

Izvor: Faostat.org

Proizvodnja kukuruza u Hrvatskoj u 2012. godini iznosila je 299.161 ha, do 2016. godine smanjila se na 252.072 ha što je smanjenje površine za više od 15%. Prosječni prinosi variraju između 4,3 i 8,5 t/ha.

Tablica 3. Proizvodnja zrna kukuruza u Republici Hrvatskoj, površina, prosječni prinos, ukupna proizvodnja

Godina	Površina (ha)	Prosječni prinos (ha)	Proizvodnja (t)
2012.	299.161	4,3	1.297.590
2013.	288.365	6,5	1.874.372
2014.	252.567	8,1	2.046.966
2015.	263.970	6,5	1.709.152
2016.	252.072	8,5	2.154.470

Izvor: Statistički ljetopis DZS, 2017.

1.1. Cilj rada

Cilj rada je utvrditi optimalnu brzinu kretanja sijaćeg agregata obzirom na radni učinak i kvalitetu sjetve pneumatskim sijačicama: razmak između redova i razmak sjemena u redu.

2. Strojevi za sjetvu

2.1. Tipovi sijačica i sjetvenih aparata

Pod pojmom sijačica razlikujemo sijačice za uskoredne usjeve i sijačice za širokoredne usjeve koje još nazivamo sijačice za okopavine.

Osnovni konstrukcijski dijelovi sijačica za ratarske kulture su:

- okvir s priključenjem za radni stroj
- spremnik za sjeme
- uređaj za izuzimanje sjemena
- kod pneumatskih sijačica ventilator
- provodne cijevi s ulagačima
- zagrtači sjemena
- sustav za pogon uređaja za izuzimanje sjemena
- markeri za označavanje razmaka između prohoda (Zimmer i sur. 2009.).

Sijačice za širokoredne usjeve se razlikuju prema načinu i principu rada uređaja za izuzimanje sjemena. Osnovna uloga uređaja za izuzimanje sjemena iz spremnika u sjetvi okopavina je izuzimanje svakog zrna pojedinačno te njegovo odlaganje na točno određenu dubinu sjetve i podešeni razmak unutar reda. Uređaj za izuzimanje sjemena odlaže zrno u brazdicu u tlu koju otvara raonik. Glavna razlika u principu rada između sijačica za okopavine je razlika u konstrukciji i principu rada sjetvene jedinice. Razlikujemo mehaničke sijačice i pneumatske ili zračne sijačice za okopavine.

Mehaničke sijačice sjetvene jedinice (izuzimače sjemena) mogu imati izvedene u obliku okrugle ploče koja ima otvore za zrno s vanjske ili unutarnje strane oboda, cilindra, koluta s hvataljkama ili beskrajne trake. Mehaničke sijačice su najčešće imale sjetvenu jedinicu izvedenu sa sjetvenom pločom koja je izuzimala sjeme iz spremnika za sjeme. Sjetvena ploča je imala rupe raznih oblika, ovisno kakve je veličine i oblika sjeme koje se sije. Tako su rupe na sjetvenoj ploči bile okrugle, ovalne ili kvadratne (Zimmer i sur, 2009.). Sjetva sijačicama ovakve konstrukcije nije mogla zadovoljiti visoke uvjete za preciznost sjetve unutar reda. Mana sjetve okopavina sijačicama sa mehaničkim izuzimanjem sjemena je povećano oštećenje sjemena, nemogućnost održavanja pravilnog razmaka između zrna što je posebice bilo vidljivo pri većim radnim brzinama. Posebno važno za pravilan rad sijačice je bilo koristiti kalibrirano sjeme da bi izuzimač mogao pravilno izuzimati sjeme iz spremnika.

Pneumatske sijačice za okopavine imaju dva načina rada, a to su sijačice s nadtlakom i sijačice s podtlakom. Sijačice s nadtlakom u spremniku stvaraju veći tlak od atmosferskog

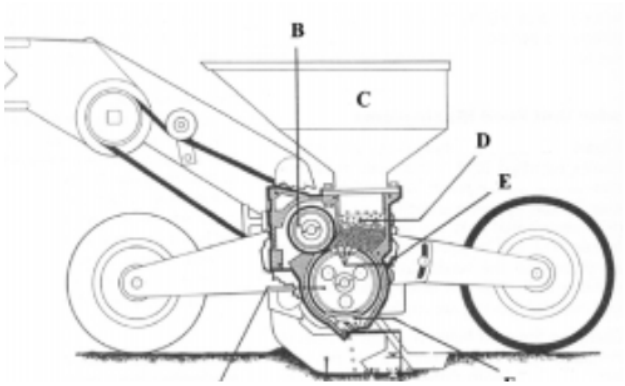
tlaka. Povećani tlak stvara mlaznica koja se nalazi ispred sjetvene ploče, a uloga mlaznice je da ispuhuje višak sjemena iz sjetvene ploče tako da u svakoj rupici za zrno ostane samo po jedno zrno. Sijačice s podtlakom rade tako da podtlak "vuče" zrno na sjetvenu ploču koja odlaže zrno u brazdicu u tlu. Zbog djelovanja zračne struje događa se da na jednoj rupi sjetvene ploče se nalaze i po 2 zrna. Da ne bi došlo do nepravilne sjetve odnosno tzv. "duplih zrna" na sjetvenoj jedinici nalaze se odstranjivači viška zrna.

2.2. Sijačice za okopavine

2.2.1. Sijačice s podtlakom

Sijačica na podtlak radi na principu da zračna struja koju stvara turbina pogonjena od strane kardanskog vratila stvara podtlak koji povlači i priljepljuje sjemenku na sjetvenu ploču. Većina današnjih proizvođača sijačica za okopavine proizvodi sijačice sa ovakvim principom rada sjetvenih jedinica. Sjetvena ploča ima rupe po svome obodu, a veličina i broj rupa na sjetvenoj ploči ovisi o kulturi koja se sije. Sjetvena ploča se okreće na osovini oko svoje vodoravne osi. Kod ovog načina rada sjetvena ploča dijeli donji dio spremnika na dva dijela. S jedne strane podijeljenog spremnika nalazi se sjeme, a s druge strane kućišta nalazi se provodna cijev kroz koju struji zrak koju stvara ventilator. Da ne bi došlo do tzv. "duplih zrna" u sjetvi na svakoj sjetvenoj jedinici uz sjetvenu ploču nalaze se odstranjivači viška zrna sa rupe na sjetvenoj ploči. Odstranjivači se mogu podešavati na način da se mogu približiti ili udaljiti od rupe na sjetvenoj ploči. Podešavanje odstranjivača ovisi o veličini zrna koje se sije. Zbog ovoga je važno za kvalitetnu sjetvu koristiti kalibrirano sjeme kako bi bile što manje razlike u veličina zrna koje sijemo, a sjetva što kvalitetnije obavljena (Ivančan i sur. 2011.).

S druge strane donjeg dijela spremnika i kućišta sjetvene jedinice nalazi se rupa na koju je spojeno crijevo sa turbinom koja isisava zrak i na taj način dolazi do razlike tlakova sa jedne i druge strane sjetvene ploče i zbog te zračne struje zrno se iz spremnika premješta prema sjetvenoj ploči. Ploča se okreće u smjeru vrtnje pogonskih kotača, a sjeme se ispušta zbog prestanka djelovanja podtlaka. To se događa kada zrno na sjetvenoj ploči dođe u najnižu točku do tla. Casao i sur. (2000.) navode da na kvalitetu sjetve uz oblik sjemenki i učinkovitosti mehanizma za izuzimanje sjemena utječe i udaljenost između dna spremnika za sjeme i površine tla.

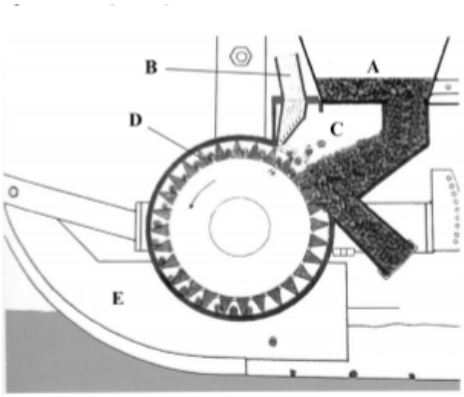


Slika 1. udaljenost sjetvene ploče od brazdice u tlu (izvor: Ivančan i sur. 2011.)

2.2.2. Sijačice s nadtlakom

Kod sijačica s nadtlakom sjeme se nalazi iznad sjetvene ploče i djelovanjem sile gravitacije ulazi u rupe na sjetvenoj ploči. Sjetvena ploča se okreće oko svoje vodoravne osi kao i na sijačicama koje rade na principu podtlaka. Razlika između sjetvene ploče kod sijačica s podtlakom i sijačica s nadtlakom je u tome što sijačica s nadtlakom ima rupe za sjeme raspoređene po vanjskom obodu ploče, a rupe su konusnog oblika.

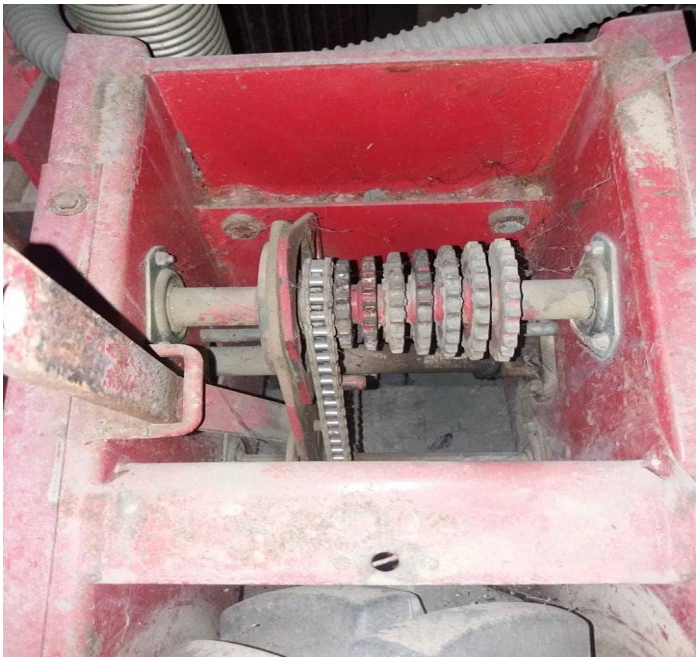
Višak sjemenki iz rupe na sjetvenoj ploči ispuhuje mlaznica koja stvara povećani tlak u spremniku o odnosu na atmosferski tlak. Strujanje zraka kroz mlaznicu koja ispuhuje sjemenku iz rupe stvara turbina koja je pogonjena od kardanskog vratila. Razlika između turbine na sijačici s podtlakom i turbine na sijačici s nadtlakom je u tome da zračna struja koju stvara turbina na sijačicama s nadtlakom ispuhuje višak sjemena iz rupe sjetvene ploče. Zrno iz rupe ispada zbog djelovanja gravitacijske sile kada rupa dođe u najnižu točku od tla. Da zrno ne bi ostalo u konusnoj rupi, a samim time bi i nedostajalo zrno u redu u svakom kućištu sjetvene jedinice sa unutarnje strane sjetvene ploče nalazi se izbacivač zrna koja ima uloga da svako zrno izbaci iz konusne rupe (Ivančan i sur. 2011.).



Slika 2. Sijaći aparat s principom rada na nadtlak (izvor: Ivančan i sur. 2011.)

2.2.3. Transmisija

Transmisija na sijačicama za okopavine osigurava prijenos i promjenu broja okretaja između pogonskih kotača sijačice i broja okretaja sjetvenih ploča. Promjenom stupnja prijenosa u transmisiji sijačice mijenjamo brzine vrtnje sjetvene ploče u odnosu na prijeđeni put pa samim time se mijenja razmak zrna unutar samog reda. Transmisija može biti izvedena na više načina. Najčešće su to lančana ili zupčanička, a u novije vrijeme se koristi električni pogon sjetvene ploče (izvor: Kinze Manufacturing).



Slika 3. Transmisija sijačice (snimio Josip Martinović)

Električni pogon je najjednostavniji za primjenu zbog toga što se podešavanje prijenosnog omjera transmisije obavlja na računalu sijačice u kabini traktora. Potreban razmak unutar reda podešava se na način da se na računalu sijačice u kabini traktora upisuje potreban razmak unutar reda ili sklop koji je potreban po jedinici površine. Prijenosni omjer se mijenja tako da računalo sijačice dobiva informacije sa osjetnika koji se nalazi na pogonskom kotaču sijačice o brzini kojom se kreće sijačica pa tako automatski preračunava potrebnu brzinu vrtnje sjetvene ploče da se održi potreban razmak zrna unutar reda.

Prednost ovog načina pokretanja sjetvene ploče je jednostavnije održavanje u odnosu na prethodne načine izvedbi transmisije, lako podešavanje prijenosnog omjera i mogućnost isključivanja pogona sjetvene ploče svakog pojedinog reda na računalu sijačice. Isključivanje odnosno uključivanje svakog pojedinog reda je posebno važno u sjetvi na parcelama nepravilnog oblika pa u sjetvi sa sijačicama širokog zahvata ne dolazi do preklapanja redova, nepotrebne potrošnje sjemena i neravnomjernog sklopa biljaka (izvor: Kinze Manufacturing).

2.2.4. Markeri

U sjetvi okopavina osobito je važno pravilno spajanje prohoda da bi zadržali potreban međuredni razmak. Zimmer i sur. navode da bi se održao pravilan razmak između prohoda, a kasnije olakšala njega i žetva usjeva sijačice su opremljene uređajima koji se nazivaju markeri. Markeri su uređaji koji na tlu ostavljaju trag prema kojem se vodi traktor da bi prohodi bili pravilno spojeni. Marker može biti podešen na način da se vodi sredina traktora ili prednji kotač traktora po tragu markeru. Danas sijačice koje su opremljene markerima imaju hidraulično podizanje i spuštanje markera. Upravljanje markerima može biti automatizirano putem elektroničkog sustava nadzora i upravljanja ili da operater sam iz kabine traktora putem hidraulike izabire sa kojom stranom markera želi raditi i da li želi spustiti odnosno podići marker. (Zimmer i sur. 2009.)



Slika 4. Vođenje traktora kotačem po tragu markera (snimio Igor Kovačev)

Sijačice koje su opremljene ISO BUS sustavom nakon podešavanja u računalu operacije podizanja i spuštanja markera rade automatski nakon podizanja ili spuštanja trozglobne poteznica traktora.

Traktori ili sijačice koje su opremljene GNSS uređajem za navigaciju nemaju potrebu za uporabu markera u sjetvi. Za sjetvu uz asistenciju GNSS uređaja koristi se RTK korekcija točnosti ± 1 centimetar. Na krovu kabine traktora nalazi se prijemnik signala, a u kabini traktora na zaslonu je vidljiv položaj agregata. Nakon što u GNSS uređaj upišemo širinu radnog zahvata agregata na zaslonu sustava biti će vidljive linije po kojima je potrebno "voziti" traktor kako bi prohodi bili pravilno povezani. Traktor s GNSS navigacijom je moguće opremiti sa tzv. "Auto Steer" sustavom pa traktor sam održava pravac kretanja po zadanim linijama, a vozač samo nadzire rad i okreće agregat na uvratini. Ovim sustavom osigurava se najveća točnost jer je isključena mogućnost pogreške koja može nastati ljudskim faktorom. (Zimmer i sur. 2014.)

2.2.5. Ulagači

Svrha ulagača je da u tlu otvara brazdicu na točno određenu dubinu u koju se polaže sjeme. Ulagači mogu biti izvedeni u više oblika, odabir tipa ulagača ovisi o uvjetima u kojima će sijačica raditi. Razlikujemo tri tipa ulagača a to su: raonik, jednostruki disk i dvostruki disk.
Na sijačicama za okopavine najčešće su to raonik ili dvostruki disk (Zimmer i sur. 2009.)



Slika 5. Dvostruki diskosni ulagač sjemena na sijačici (snimio Igor Kovačev)



Slika 6. Ulagač sjemena u obliku raonika (snimio Igor Kovačev)

3. Pregled literature

Pneumatske sijačice moraju zadovoljiti sljedećim tehnološkim zahtjevima da bi sjetva bila kvalitetno obavljena:

- u sjetvi ne smiju oštetiti sjemenke,
- u što većem postotku izdvajati sjemenku jednu po jednu,
- dubina brazdice treba biti podesiva, jer se u stvari tako podešava dubina sjetve,
- položeno sjeme treba zagrnuti i pritisnuti, i
- broj sjemenki u redu mora biti podesiv s obzirom na prijeđeni put (Zimmer i sur., 2009.).

Danas zbog smanjenja broja prohoda je važno da sijačica za okopavine uz sjetvu može obaviti i gnojidbu mineralnim gnojivima, te tretiranje tla insekticidima.

Brkić i sur. (1997.) istraživali su utjecaj brzine kretanja na kvalitetu sjetve kukuruza pneumatskom sijačicom OLT PSK-8. Sijačica korištena u ovom istraživanju sastoji se od 8 sjetvenih jedinica i radi na principu podtlaka. Istraživanje je provedeno na 7 različitih brzina kretanja, od 4 do 12 km/h. Sjetva je obavljena u tri ponavljanja za svaku navedenu brzinu kretanja. Nakon sjetve obavljena je kontrola kvalitete sjetve s ciljem određivanja razmaka između redova i unutar reda te dubine sjetve. Autori su došli do zaključka da se povećanjem radne brzine smanjuje broj posijanih zrna, mijenja se dubina sjetve i smanjuje se broj zrna unutar optimalnog razmaka u redu.

Cay i sur. (2018.) proveli su istraživanje kvalitete sjetve kukuruza sa modificiranom četverorednom sijačicom za okopavine koja radi na principu podtlaka. Na sijačicu je dodan elektro-mehanički pogon tako da je svaka sjetvena jedinica imala vlastiti pogon. Ovaj način pogona sjetvene ploče dodan je da bi se utvrdile razlike u kvaliteti sjetve između sijačica sa lančanim prijenosom i elektro-mehaničkim. U lančanom prijenosu dolazi do variranja u prijenosu zbog proklizavanja pogonskog kotača, nepravilnog tlaka u pneumaticima, trenja između lanaca i lančanika. Posljedica toga je nepravilno doziranje sjemena. Brzina sjetve obavljena je prema preporuci proizvođača sijačice, a to je 6 km/h, podešeni razmak unutar reda bio je 24 cm. Autori su utvrdili da je sijačica sa elektro-mehaničkim pogonom ostvarila razmak unutar reda bliži teoretskim vrijednostima nego sijačica sa klasičnim pogonom. Uzrok tome je proklizavanje pogonskog kotača kod sijačica sa klasičnim pogonom sjetvene jedinice.

Brandelero i sur. (2015.) istraživali su utjecaj brzine na preciznost sjetve soje. U istraživanju su korištene dvije sorte soje, a sjetva je obavljena pri četiri brzine kretanja (3,4; 5,7; 7,7; i 9,2 km/h). Sijačica kojom je obavljena sjetva soje bila je Semeato SHM 11/13 sa šest redova razmaka 0,41 m. Sijačica je opremljena dvostrukim diskosnim ulagačima za sjeme. Nakon sjetve obavljeno je mjerenje dubine sjetve i rasporeda sjemenki unutar reda u duljini od 10 metara za dva središnja reda. Sjetveni uređaj bio je podešen da posije 17,8 sjemenki po

metru što znači da je razmak unutar reda iznosio 5,62 cm. Vrijednosti u rasponu od 2,81 do 8,43 cm smatrale su se prihvatljivim. Povećanjem brzine došlo je do povećanja dvostrukih zrna (izbačene dvije sjemenke) i zrna koja nedostaju u redu. Prema autorima prihvatljiva brzina kretanja bila je 3,4 km/h.

Liu i sur. (2018.) eksperimentalno su dizajnirali mehanizam za transport sjemena za precizne sijačice za velike brzine kretanja. Mehanizam se sastoji od trake sa pregradama koja transportira sjeme od najniže točke sjetvene ploče do brazdice u tlu. Svrha ovog mehanizma je da zrno ne pada djelovanjem sile gravitacije od dna spremnika do brazdice u tlu nego se zrno putem trake sa pregradama polaže u brazdicu. Mehanizam je testiran u laboratoriju tako da je sjetvena ploča imala brzinu vrtnje kao da se sijačica kreće brzinama od 10 km/h, 12 km/h i 14 km/h. Za usporedbu je na isti način testirana sjetvena jedinica sa klasičnim otvorom kroz koji se sjeme transportira od sjetvene ploče do tla. Nakon obrade podataka, autori su došli do zaključka da je na većim brzinama sjetve bila bolja distribucija sjemena kada je korišten mehanizam za transport sjemena za precizne sijačice u odnosu na klasične sjetvene jedinice bez takvog mehanizma.

Ivančan (1991.) istražuje utjecaj brzine kretanja na kvalitetu sjetve šećerne repe sa sijačicom Glorija. Istraživanje je provedeno na tri različite brzine kretanja: 3,9 km/h, 5,2 km/h i 6,3 km/h. Autor je provedenim istraživanjem došao do zaključka da povećanjem brzine sjetve dolazi do nepravilnog razmještanja sjemenki unutar reda. Također je provedeno i mjerenje dubine sjetve na svim brzinama sjetve. Utvrđeno je da se povećanjem brzine kretanja smanjuje dubina sjetve.

Bilandžija i sur. (2017). istraživali su utjecaj brzine kretanja na kvalitetu sjetve cikle sa sijačicama različitih tehnoloških izvedi, korištenje su sijačice različitim načinom rada sjetvene jedinice. U istraživanju su korištene mehaničke i pneumatske sijačice za sjetvu cikle. Teoretski podešeni razmak unutar reda bio je 70 mm. Ispitivanje je provedeno na četiri različite radne brzine, a to su: 0,83m/s, 1,25m/s, 1,44m/s i 1,81m/s. Najbolji ostvareni rezultat sjetve je bio sa pneumatskom sijačicom sa podtlakom pri brzini rada od 0,83m/s. Na ovoj radnoj brzini bilo je 83,1% sjemenki cikle unutar grupe odstupanja 0,5-1,5 od zadanog razmaka sjetve unutar reda.

Ivančan (2001.) istražuje utjecaj brzine kretanja na kvalitetu sjetve salate sijačicom Stanhay 870. Brzine kojom je sijana salata bile su: 1,9 km/h, 3,2 km/h, 4,1 km/h i 5,2 km/h. Najbolji raspored sjemenki unutar reda bio je na brzini kretanja od 1,9 km/h. Povećanjem brzine kretanja raspored sjemenki unutar reda bio je sve lošiji. Autor je naveo da brzina sjetve od 5,2 km/h nije preporučljiva zbog toga što sklop nije zadovoljavajući.

4. Materijal i metode

Istraživanje je obavljeno na parcelama OPG-a Martinović i OPG-a Udovičić. Parcele oba OPG-a se nalaze u naselju Štaglinec u općini Koprivnica. U sjetvi je korišten hibrid 9903 sjemenarske kuće Pioneer, FAO skupine 390. Osnovna namjena ovog hibrida je proizvodnja zrna. Hibrid 9903 je zbog svoje adaptabilnosti pogodan za proizvodnju na svim tipovima tla. Izuzetne je otpornosti na sušu pa u uvjetima suhog ratarenja daje visoke i stabilne prinose. Preporučeni sklop za hibrid 9903 je 70.000-75.000 biljaka po hektaru (www.pioneer.com).

Sjetva na oba pokusa je obavljena 27. travnja 2018. godine. Na OPG-u Martinović sjetva pokusa obavljena je sa šesterorednom sijačicom za okopavine Becker Aeromat T. Sjetva na parceli OPG-a Udovičić je obavljena sa šesterorednom sijačicom Kverneland Accord Optima HD e Drive.

4.1. Sustav obrade tla za kukuruz

Kukuruz zauzima veliki udio površina za uzgoj kako u svijetu tako i u Hrvatskoj. Razlog tome je što se svi dijelovi biljke kukuruza mogu iskoristiti u prehrani ljudi, industriji i u prehrani domaćih životinja.

Agrotehnička važnost kukuruza je u tome što nakon skidanja usjeva kukuruza tlo ostaje plodno. Prema Gagri (1997.) kukuruz je najbolje uzgajati u plodoredu. Dobre predkulture za kukuruz su leguminoze, krumpir, šećerna repa, uljana repica i suncokret. Obrada tla izvodi se prema sustavu za jare kulture, a ovisi o predkulturi.

Nakon skidanja ranih predkultura prvo se izvodi prašenje strništa na dubinu od 10 cm da se prekine kapilarni uspon vode i potaknu korovi na rast. Nakon prašenja strništa izvodi se ljetno oranje u kolovozu na dubinu od 20 cm da se zaoru korovi i samonikle žitarice. U jesen se provodi duboko oranje na dubinu od 30-35 cm. Razlog za ovo oranje je jer se na toj dubini nalazi glavnina mase korjenovog sustava. Ova mjera je obavezna u proizvodnji kukuruza jer se tako povećava volumen tla, a tlo se razrahljuje. Povećava se akumuliranje vlage tijekom zimskih mjeseci koja se koristi u sušnom periodu godine. Ovim oranjem u tlo se unose organska i mineralna gnojiva. Važna agrotehnička operacija je zatvaranje zimske brazde. Ono se provodi u proljeće čim uvjeti na parceli omoguće ulazak mehanizacije u parcelu. Svrha je zatvaranje pora u tlu i prekid kapilarnog uspona vode što ima za cilj očuvanje akumulirane vlage u tlu. Predsjetvena priprema tla izvodi se na dubinu sjetve zbog toga jer je vrlo važno da sjeme kukuruza ima dodir sa vlažnim tlom (Klobučar, 1983.).

Predkultura na parcelama na kojima je provedeno istraživanje bio je kukuruz. U jesen je provedeno duboko oranje na dubinu od 35 cm. U proljeće čim je krenulo prosušivanje tla obavljeno je zatvaranje brazde teškom drljačom. Predsjetvena priprema obavljena je 26. travnja 2018. godine. Priprema tla za sjetvu na parceli OPG Martinović obavljena je rotacijskom drljačom Maschio DM 3000 Combi. Na parceli OPG Udovičić priprema tla za sjetvu obavljena je teškom drljačom Metalac Našice. Dubina pripreme tla bila je 5-7 cm, što je idealno za sjetvu kukuruza. Na obje parcele priprema tla za sjetvu izvedena je po pravilima struke tako da je sjetveni sloj bio sitno mrvičaste strukture što je važno da bi se sjetva mogla kvalitetno obaviti.



Slika 7. Priprema tla za sjetvu (snimio Josip Martinović)

4.2. Lokacije pokusnih parcela

4.2.1. OPG Martinović

Obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo Martinović nalazi se u Štaglincu, naselju u općini Koprivnica. Osnovna djelatnost gospodarstva je ratarska proizvodnja, a uz ratarstvo gospodarstvo se bavi i proizvodnjom povrća na otvorenom i pružanjem usluga sa vlastitom mehanizacijom u ratarstvu. Gospodarstvo obrađuje 120 ha na kojima se na većini površina uzgaja kukuruz za zrno, zatim pšenica i uljana repica. Ratarska proizvodnja je u potpunosti ugovorena sa otkupljivačima pa gospodarstvo nema problema sa plasmanom i prodajom merkantilne robe.

Za potrebe ratarske proizvodnje gospodarstvo posjeduje svu potrebnu mehanizaciju za izvođenje svih agrotehničkih operacija u optimalnom roku i pružanja usluga sa mehanizacijom u ratarstvu. Gospodarstvo konstantnim ulaganjem u mehanizaciju obnavlja dotrajale strojeve te ih zamjenjuje novima i tehnološki opremljenijim da bi mogli ostvariti vrhunske prinose. U proizvodnji povrća na otvorenom na površini od 6 ha uzgaja se paprika, lubenica, kupus i krumpir. Sve proizvedene količine gospodarstvo plasira u vidu prodaje na malo na koprivničkoj tržnici.

4.2.2. OPG Udovičić

Obiteljsko gospodarstvo Udovičić nalazi se u Koprivnici. Gospodarstvo na 200 ha površina uzgaja kukuruz, pšenicu i uljanu repicu. Većina parcela je u vlasništvu gospodarstva, a manji dio površina ima u zakupu. Posjeduje svu potrebnu mehanizaciju za proizvodnju navedenih ratarskih kultura, a konstantno ulaže u razvoj gospodarstva u vidu kupnje nove mehanizacije i ulaganja u poboljšanje plodnosti tla. Gospodarstvo uz ratarsku proizvodnju posjeduje kontinuiranu sušaru za kukuruz, podno skladište za skladištenje suhog zrna kukuruza i mostnu vagu. Sušara i skladište se koriste za dosušivanje kukuruza iz vlastite proizvodnje i kukuruza koji otkupe od proizvođača s područja Koprivnice da bi maksimalno iskoristili kapacitet sušare. Nakon dosušivanja kukuruz prodaje obližnjim peradarskim farmama ili izvozi u Italiju.

4.3. Sijačice

4.3.1. Becker Aeromat T

Jedna od sijačica koja je korištena u sjetvi pokusa i u sjetvi kukuruza na OPG Martinović je Becker Aeromat T. Ova sijačica radi na principu nadtlaka što znači da se u spremniku za zrno stvara veći tlak od atmosferskog. Kod ovakvog principa rada zrno iz spremnika djelovanjem gravitacijske sile pada u otvore koji se nalaze na obodu sjetvene ploče, a mlaznica zračnom strujom koju stvara turbina pogonjena kardanskim vratilom ispuhuje višak zrna iz sjetvene ploče tako da u svakoj rupi ostane samo jedno zrno kukuruza. Sjetvena ploče okreće se na osovini oko svoje vodoravne osi u smjeru kretanja agregata. Sjeme se ispušta kada rupa u kojoj se nalazi zrno dođe najbliže tlu da zrno što kraće pada između sjetvene ploče i brazdice u tlu. Da zrno ne bi ostalo u sjetvenoj ploči svaka sjetvena ploča ima izbacivače zrna koji se nalaze s unutarnje strane sjetvene ploče pri samom dnu sjetvenog aparata. Ova sijačica ima šest redova a podešena je na međuredni razmak od 70 cm što je provjereno mjerenjem prije početka sjetve pokusa. Ulagači na ovoj sijačici su oblika raonika pa ova sijačica nije pogodna za sjetvu na parcelama gdje se na tlu nalaze biljni ostatci. Iza ulagača se nalaze zagrtači sjemena i potisni kotač na kojemu se zasebno za svaki red podešava dubina sjetve. Dubina

sjetve podešava se dizanjem ili spuštanjem potisnog kotača putem navojnog vretena koje je pričvršćeno na nosač potisnog kotača.

Sijačica je opremljena elektronskim nadzorom sjetve što znači da operater u svakom trenutku na kontrolnom monitoru koji se nalazi u kabini traktora može vidjeti brzinu kretanja sijačice, posijanu površinu, broj okretaja kardanskog vratila i posijani broj zrna po hektaru za svaki pojedini red. Kontrolni monitor prima informacije od osjetnika koji se nalaze na sijačici pa tako od osjetnika koji mjeri brzinu i osjetnika koji se nalazi na svakom redu preračunava broj posijanih zrna po hektaru za svaki red.



Slika 8. Sijačica Becker Aeromat T (snimio Igor Kovačev)

4.3.2. Kverneland Optima HD eDrive

Druga sijačica koja je korištena u istraživanju je Kverneland Accord Optima HD eDrive. Sijačica ima šest sjetvenih jedinica. Razlika između ove i prethodne sijačice korištene u istraživanju je u samoj konstrukciji, principu rada i pogonu sjetvenih jedinica. Podešavanje međurednog razmaka ove sijačice izvodi se hidraulički iz kabine traktora, a na okviru sijačice se prije početka sjetve u rupe koje odgovaraju potrebnom razmaku sjetve postave osigurači na kojima se prilikom rasklapanja sijačice zaustavi sjetvena jedinica. Mogućnost podešavanja međurednog razmaka je između 35 i 75 centimetara.

Ova sijačica radi s podtlakom što znači da se stvara vakuum koji "povlači" zrno na sjetvenu ploču. Turbina pogonjena kardanskim vratilom stvara zračnu struju koja povlači zrno u vakuumsku komoru i zadržava zrno sve dok ne dođe u najbližu točku od tla. Višak sjemena sa

sjetvene ploče uklanjaju čistači zrna koji se podešavaju ovisno o tome koja se kultura sije i o veličini sjemenke.

Pogon sjetvene jedinice je elektromotorima koji sjetvenu ploču pokreću putem zupčastog remena. Osnovna prednost ovog načina pogona sjetvene jedinice je jednostavnost u održavanju. Podešavanje razmaka unutar reda obavlja se upisivanjem potrebnog razmaka u putno računalo sijačice. Nakon što se potvrdi u putnom računalu razmak unutar reda, računalo samo preračunava potrebnu brzinu vrtnje sjetvene ploče. Računalo izračunava potrebnu brzinu vrtnje iz informacija dobivenih od osjetnika koji se nalaze na sijačici. Osjetnik koji se nalazi na sijačici šalje računalu informaciju o brzini kretanja sijačice, a računalo izračunava potrebnu brzinu vrtnje elektromotora koji pokreće sjetvenu ploču da bi održavao zadani razmak sjetve unutar reda. Brzina vrtnje elektromotora koji pokreće sjetvenu ploču ovisi o brzini kretanja agregata i o broju rupa na sjetvenoj ploči.

Prednost ovakvog načina pogona sjetvenih jedinica je lako isključivanje svakog pojedinog reda. Vozač iz kabine traktora može isključiti odnosno uključiti pogon svakog pojedinog reda. To je važno da ne dolazi do preklapanja redova na parcelama nepravilnih oblika i nepotrebnog trošenja sjemena.

Isključivanje pogona sjetvene jedinice može biti i automatizirano ako je traktor opremljen GNSS navigacijskim sustavom s RTK korekcijom točnosti ± 1 cm. Ovaj sustav se može povezati sa računalom sijačice pa računalo automatski isključuje rad elektromotora koji pokreće sjetvenu ploču. Ovakvim načinom upravljanja sjetvom isključena je mogućnost preklapanja redova.

Sijačica je opremljena uređajem za gnojidbu, uređajem za tretiranje tla mikrogranulama i hidrauličnim markerima. Uređaj za gnojidbu sastoji se od centralnog spremnika zapremine 900 litara, transmisije, a pogon osovine na kojoj se nalaze izuzimači mineralnog gnojiva je preko lanaca. Mineralno gnojivo provodnim cijevima djelovanjem gravitacije pada prema tlu, a diskosni ulagač otvara brazdicu u koju se polaže mineralno gnojivo. Promjena doziranja gnojiva po jedinici površine obavlja se izmjenom prijenosnog omjera u transmisiji uređaja za gnojidbu.

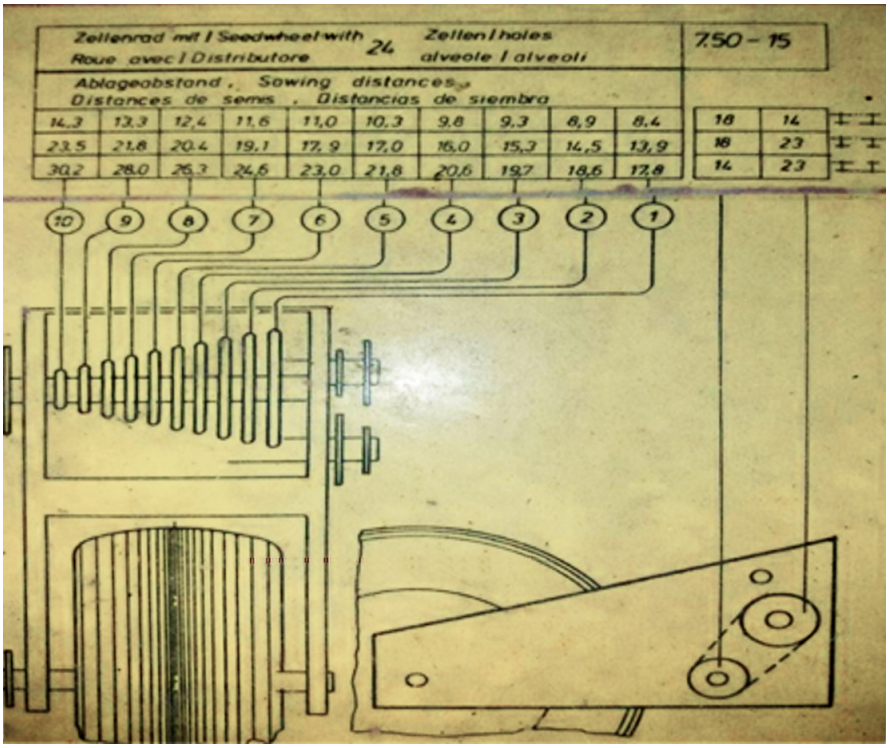
Uređaj za tretiranje tla u trake mikrogranulama sastoji se od spremnika, transmisije i provodnih cijevi. Izmjenom prijenosnog omjera u transmisiji uređaja za doziranje mikrogranula mijenjamo dozu pesticida ili startnog mikrognojiva po jedinici površine. Mikrogranule provodnim cijevima koje su povezane na ulagače sjemena se polažu u brazdicu zajedno sa sjemenom.



Slika 9. Sjetva kukuruza Kverneland sijačicom (snimio Igor Kovačev)

4.4. Određivanje kvalitete sjetve

Sjetveni pokus je proveden s ciljem utvrđivanja postoje li razlike u kvaliteti sjetve pri različitim radnim brzinama i sa sijačicama različitog principa rada. S obje sijačice sijano je brzinama od 6 km/h, 8 km/h i 10 km/h.



Slika 10. Prikaz mogućnosti podešavanja razmaka unutar reda na sijačici Becker (snimio Josip Martinović)

Prije početka sjetve obavljena je vizualna kontrola i provjera ispravnosti sijačica te provjera međurednog razmaka. Mjerenjem metrom utvrđeno je da je razmak između redova 70 centimetara. Sijačica Becker Aeromat T je podešena da razmak zrna unutar reda bude 20,4 centimetra, a sijačica Accord Optima HD e Drive je podešena da razmak zrna unutar reda bude 19,8 centimetara. Zbog različitih tehničkih značajki u transmisijama sijačica koje su korištene u pokusu nije bilo moguće podesiti da na obje sijačice bude potpuno jednak razmak sjemenki unutar reda.

4.4.1. ISO 7256

Rezultati razmaka zrna unutar reda iskazani su prema ISO 7256 normi. ISO 7256 je norma kojom su propisane metode testiranja preciznih sijačica. Za potrebe ove norme primjenjuju se sljedeće definicije:

Precizne sijačice: sijačice čiji mjerni mehanizam pojedinačno distribuira sjeme pomoću uređaja za polaganje sjemena u unaprijed određenim razmacima kako bi se formirala sjetvena linija.

Sjetvena jedinica: sastoji se od mjernog mehanizma i uređaja za polaganje sjemena u tlo.

Mjerni mehanizam: mehanizam koji uzima sjeme iz spremnika pojedinačno ili skupno i odlaže ga u red.

Uređaj za polaganje sjemena: sastoji se od raonika, uređaja za reguliranje dubine prodiranja raonika u tlo, jedinice koja pokriva sjeme.

Raonik je uređaj koji otvara brazdicu u tlu u koju mjerni mehanizam polaže sjeme.

Količina primjene je količina distribuiranog sjemena iskazana kao broj, masa ili volumen sjemena po jedinici dužine ili po jedinici površine.

Razmak je udaljenost između dva uzastopna zrna u redu. Teoretski razmak je razmak postavljen na upravljačkom mehanizmu sijačice, a naveden je od strane proizvođača sijačice.

Za nedostajuće zrno (prazno mjesto) kod preciznih sijačica smatra se nedostatak zrna tamo gdje bi se pri teoretskim razmakom trebalo nalaziti, a u praksi statističkom procjenom rezultata svi razmaci između sjemenki veći za 1,5 puta od teoretskog razmaka smatraju se nedostatkom zrna.

Udvojena zrna za preciznu sijačicu predstavlja prisutnost dvije ili više sjemenki na mjestu gdje bi trebala biti samo jedna. U praksi se udvojenim zrnima smatraju sva ona položena na razmak manji od 0,5 teoretskog razmaka u redu.

4.4.2. Brzina kretanja i učinak sjetvenog agregata

U prvom prohodu sijačice uz rub parcele nije mjerena radna brzina i kontrola sjetve. Prvi prohod je služio vozaču traktora da odabere pravilan stupanj prijenosa transmisije traktora za svaku potrebnu brzinu kretanja. Vozač traktora je nakon odabira stupnja prijenosa pogledom na putno računalo traktora gdje se prikazuje brzina kretanja traktora provjeravao da se kreće zadanom brzinom kretanja.

Provjera brzine kretanja obavljena je na način da je nakon 20 metara od početka parcele kada traktor već postigne zadanu radnu brzinu postavljena prva oznaka, a druga oznaka se nalazila na udaljenosti od 100 metara od prve. Vrijeme je mjereno zapornim satom na način da je početak mjerenja krenuo kada je traktor sa svojim prednjim utegom došao u ravninu sa prvom oznakom, a kraj mjerenja vremena je bio kada je traktor sa svojim prednjim utegom došao u ravninu sa drugom oznakom. Iz dobivenih podataka o proteklom vremenu kretanja, izračunate su stvarne brzine kretanja traktora. Ovakav način mjerenja je proveden za sve tri zadane radne brzine i za oba traktora.

Radni učinak svakog agregata za svaku radnu brzinu izračunat je prema izrazu:

$$W_h = 0{,}1 \cdot B_r \cdot v \cdot \tau \quad \text{(ha/h)}$$

gdje je:

W_h - radni učinak (ha/h)
B_r - radni zahvat sijačice (m),
v - brzina kretanja agregata (km/h),
τ - koeficijent iskorištenja radnog vremena.

Prema Whitney (1995.) koeficijent iskorištenja radnog vremena u sjetvi okopavina je u rasponu od 60 do 70 % pa je prema tome u izrazu korišten koeficijent od 65 %. Radni učinak agregata u sjetvi iskazan je u hektarima po satu.

4.4.3. Razmak sjemena unutar reda

Za kontrolu razmaka unutar reda postavljena su mala pokusna polja u duljini od 358 centimetara za svaki prohod (6 redova) sa različitom brzinom, za obje sijačice. Nakon toga

obavljeno je otkopavanje sjemenki na svakom prohodu. Otkopavanje je obavljeno malim lopaticama i pažljivo kako ne bi pomaknuli sjemenku sa mjesta na koje ga je položila sijačica.



Slika 11. Pokusna parcela na kojoj je obavljeno prebrojavanje zrna (snimio Igor Kovačev)



Slika 12. Odmicanje tla sa zrna kukuruza (snimio Igor Kovačev)

Nakon što je obavljeno odmicanje tla sa sjemenki za svaki prohod prebrojana su zrna unutar pokusnog polja. Nakon prebrojavanja zrna uslijedilo je mjerenje razmaka između zrna. Ova metodika kontrole razmaka zrna unutar reda obavljena je za svih šest redova za svaku zadanu brzinu kretanja i za obje sijačice. Mjerenjem razmaka između sjemenki unutar reda je bilo potrebno utvrditi da li postoje odstupanja u razmaku položenog sjemena u odnosu na teoretski razmak na koji je podešena transmisija sijačice prema uputama proizvođača.

5. Rezultati i rasprava

Rezultati sjetve za sijačicu Becker prikazani su u tablici 4, a rezultati za sijačicu Kverneland prikazani su u tablici 5. U tablicama 4 i 5 se nalaze podaci sa stvarnim brzinama kretanja, teoretskim podešenim razmakom unutar reda za svaku sijačicu, prosječnim razmakom zrna unutar reda za svaku brzinu kretanja i distribucija podataka u postotcima za zrna koja nedostaju ili duplih zrna. Podaci u tablicama iskazani su prema normi ISO 7256.

Tablica 4. Rezultati sjetve za sijačicu Becker

Brzina (km/h)	Podešeni razmak D (cm)	Prosječni razmak u sjetvi (cm)	Broj zrna (%)			
			0,5 – 1,5 D (10.2 - 30.6 cm)	< 0,5 D (< 10,2 cm)	1,5 – 2,5 D (30,6 – 51 cm)	> 2,5 D (>51 cm)
5,97	20,4	18,7	82,88	13,51	3,60	0
8,48		20,3	80,58	7,77	11,65	0
9,97		19,3	79,82	11,01	9,17	0

Tablica 5. Rezultati sjetve za sijačicu Kverneland

Brzina (km/h)	Podešeni razmak D (cm)	Prosječni razmak u sjetvi (cm)	Broj zrna (%)			
			0,5 – 1,5 D (9,9–29,7 cm)	< 0,5 D (<9,9 cm)	1,5 – 2,5 D (29,7 – 49,5cm)	> 2,5 D (>49,5 cm)
6,24	19,8	20,6	100,00	0,00	0,00	0
8,49		20,2	98,08	0,00	1,92	0
10,18		20,0	98,10	0,95	0,95	0

Becker sijačica je s povećanjem brzine kretanja imala sve lošiju raspodjelu sjemena. Becker sijačica je najbliže prosječnom sklopu posijala pri brzini od 8,48 km/h, a u sjetvi brzini od 5,97 km/h je imala najviše tzv. duplih zrna. Sjetva na ovoj brzini nije zadovoljavajuća zbog toga što dolazi do pregustog sklopa i veće potrošnje sjemena po jedinici površine. Casao i sur. (2000) navode da je bolja kvaliteta sjetve pri nižim brzinama zbog toga što je povećano vrijeme punjenja sjetvene ploče, a manja je brzina ispuštanja sjemenke u tlo što omogućuje bolje postavljanje zrna u brazdicu u tlu. Posljedica toga je bolja distribucija sjemena unutar reda.

Iz rezultata u tablici 4 je vidljivo da Becker sijačica imala pri brzini od 8,48 km/h prosječni razmak sjemenki 20,3 cm što je najbliže zadanom razmaku sjetve. Na manjim i većim brzinama sjetve sa ovom sijačicom dolazi do određenih odstupanja u odnosu na teoretski podešeni razmak. U sjetvi pri brzini od 5,97 km/h ova sijačica je posijala 8,33% više sjemena

što rezultira 6.336 zrna većim sklopom od zadanog sklopa. Kod sjetve pri brzini od 9,97 km/h je nešto manje odstupanje zbog smanjenog broja duplih zrna. Odstupanje od zadanog sklopa je bilo 5,39 % što iznosi 3.991 zrna više od zadanog broja podešavanjem u transmisiji sijačice.

Kverneland sijačica je pri brzini od 6,24 km/h imala 100%-nu točnost razmaka sjemenki unutar reda u odnosu na podešeni razmak. Povećanjem brzine sjetve sa ovom sijačicom dolazi do vrlo malih odstupanja u kvaliteti sjetve pa su tako sve tri brzine koje na kojima je provedeno istraživanje prihvatljive za sjetvu kukuruza ovom sijačicom. Prema ISO 7256 ova sijačica pri brzini od 6,24 km/h nije imala odstupanja od zadanog razmaka unutar reda. Najbliži prosječni sklop prema podešenom sklopu u transmisiji sijačice bio je u sjetvi pri brzini od 10,18 km/h gdje je odstupanje bilo 1 % što znači da je posijano samo 722 zrna po hektaru manje od zadanog. Prema izbrojanom sklopu najveće odstupanje je bilo pri brzini od 6,24 km/h. Sklop je bio manji za 3,88 % što iznosi 2.802 zrna manje po hektaru, ali prema ISO 7256 na ovoj brzini je sjetva 100% točna jer nema nedostajućih ni duplih zrna unutar reda.

Kremer (2017.) navodi da razmaci sjemenki unutar reda u sjetvi kukuruza sa sijačicom Gaspardo Magica 6 MTR pri brzinama od 6 km/h, 8 km/h 9 km/h i 11 km/h ne odstupaju značajno u odnosu na teoretski zadani razmak sjemenki unutar reda, što se podudara sa rezultatima dobivenim u sjetvi kukuruza sa sijačicom Kvereneland. Gaspardo Magica 6 MTR je sijačica izvedbe kao i sijačica Kverneland koja je korištena u istraživanju. Sastoji se od 6 sjetvenih jedinica, radi na principu podtlaka, a brazdicu u koju se polaže sjeme otvara disk.

U tablicama 6 i 7 prikazane su brzine kretanja agregata, radni zahvat, koeficijent iskorištenja radnog vremena u sjetvi te konačni izračun radnog učinka iskazan u hektarima po satu. U izračunu radnog učinka korištene su stvarne brzine kretanja traktora mjerene prilikom sjetve pokusa na parcelama. Vidljivo je da se povećanjem brzine kretanja povećava radni učinak sjetvenog agregata. Povećanjem brzine sa 5,97 km/h na 9,97 km/h agregatu John Deere 6090 RC i Becker radni učinak se povećao za 68 %.

Tablica 6. Radni učinak agregata John Deere 6090 RC i Becker

Brzina (km/h)	Radni zahvat (m)	Koef. iskorištenja radnog vremena τ	Radni učinak (ha/h)
5,97	4,2	65 %	1,62
8,48			2,31
9,97			2,72

Tablica 7. Radni učinak agregata John Deere 6130 R i Kverneland

Brzina (km/h)	Radni zahvat (m)	Koef. iskorištenja radnog vremena τ	Radni učinak (ha/h)
6,24	4,2	65 %	1,70
8,49			2,31
10,18			2,78

Iz navedenih rezultata možemo zaključiti da je kod sijačice sa podtlakom opravdano povećanje radne brzine jer neće doći do smanjenja kvalitete sjetve kukuruza, dok za sijačicu sa nadtlakom optimalna brzina kretanja je 8,48 km/h sa radnim učinkom od 2,31 ha/h jer je pri toj brzini prosječni stvarni sklop najmanje odstupa od teoretskog sklopa sjetve, a prema ISO 7256 kod ove brzine sjetve je najmanje duplih zrna što potvrđuje i podatak o prosječnom sklopu.

6. Zaključak

Istraživanjem utjecaja brzine kretanja na kvalitetu sjetve kukuruza s dvjema konstrukcijski različitim sijačicama može se zaključiti da obje sijačice udovoljavaju zahtjevima koje su postavljene pred sijačice za širokoredne usjeve. Podešavanje razmaka polaganja sjemenki unutar reda jednostavno je izvedivo na obje sijačice, a na Kverneland sijačici se zbog svoje konstrukcije lako mijenja i međuredni razmak. Prednost Kverneland sijačice u odnosu na Becker je mogućnost provođenja sjetve u tlo koje je prekriveno biljnim ostatcima zbog diskova za otvaranje brazdica. Električni pogon sjetvenih ploča prisutan na Kverneland sijačici jednostavniji je za održavanje te nije potrebno svakodnevno održavanje kao što je to slučaj na Becker sijačici gdje je potrebno redovito podmazivati lance za pogon sjetvenih ploča. Kverneland sijačica ima manje gubitke sjemena u sjetvi zbog jednostavnog isključivanja pogona sjetvene ploče pa nema nepotrebnog preklapanja redova na parcelama nepravilnih oblika.

Becker sijačica je najbolju kvalitetu sjetve postigla pri brzini od 8,48 km/h. Pri manjim brzinama sjetve dolazi do većeg broja duplih zrna, a kod većih brzina dolazi do toga da nedostaje zrno u redu. Iz dobivenih rezultata možemo zaključiti da je sa ovom vrstom sijačice posebno važno obratiti pažnju na brzinu kretanja agregata kako bi kvalitetno obavili sjetvu. Kverneland sijačica je pri brzini kretanja od 6,24 km/h prema normi ISO 7256 imala 100%-tnu točnost, dok pri većim radnim brzinama od 8,49 km/h i 10,18 km/h nije imala značajnih odstupanja u raspodjeli sjemena unutar reda, te i pri najvećoj brzini kretanja ima zadovoljavajuće rezultate sjetve kukuruza.

Nakon usporedbe rezultata istraživanja s podacima ostalih autora koji su istraživali rad sijačice sa podtlakom i disk ulagačem možemo zaključiti da kod ove vrste sijačice manje brzine kretanja daju bolje rezultate u razmaku sjemenki unutar reda. Veće brzine kretanja do 10 km/h daju zadovoljavajuće rezultate sjetve kukuruza te se preporuča rad većom brzinom zbog većeg učinka agregata u sjetvi.

7. Literatura

1. Bilandžija, N., Fabijanić, G., Sito, S., Kiš, D., (2017). Effect of drill speed and feed mechanisms on in row spacing accuracy of red beet. Tehnički vjesnik 24 (3): 963-966
2. Brandelero, M.,E., Adami, F., P., Modolo, J., A., Baesso, M., M., Fabian, J., A. (2015). Seeder Performance under Different Speeds and its Relation to Soybean Cultivars Yield. Journal of Agronomy 14 (3): 139-145
3. Brkić, D., Petrić. M. (1987). Utjecaj ostvarenog sklopa na prinos kukuruza u proizvodnim uvjetima ne navodnjavanja i navodnjavanja u 1987. godini: Zbornik radova XI. Savjetovanja mehanizatora Slavonije i Baranje, Vinkovci
4. Casao, Jr. R., A.G. de Araujo., Ralisch, R., (2000). Performance of magnum 2850 seeder in nontillage in the basaltic soil of Parana, Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 35: 523-532
5. Cay, A., Kocabiyik, H., May, S. (2018) Development of an electro-mechanic control system for seed-metering unit of single seed corn planters Part II: Field performance. Computers and Electornics in Agriculture 145 (2018) 11-17
6. Gagro, M. (1997). Žitarice i zrnate mahunarke: Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb
7. ISO (1984). ISO 7256-1:1984(en): Sowing equipment — Test methods — Part 1: Single seed drills (precision drills). International Organization for Standardization.
8. Ivančan, S. (1991). Utjecaj brzine rada na kvalitetu sjetve šećerne repe. Agrotehničar br. 4, Zagreb
9. Ivančan, S., Sito, S., Bilandžija, N. (2011). Konstrukcija sijaćeg aparata kao faktor kvalitete sjetve povrća. Strojarstvo 53 (6): 485-490
10. Ivančan, S., Sito, S., Fabijanić, G. (2001). Utjecaj brzine kretanja na raspored sjemena salate. Simpozij, Aktualni zadaci poljoprivredne mehanizacije, Opatija
11. Klobučar, B. , Gračan. R., Todorić, I. (1983). Opće ratarstvo (Osnove biljne proizvodnje): Školska knjiga, Zagreb
12. Liu, Q., Zhang, D., Yang, L., Wang, Y., He, X., Wang, M. (2018). Design and experimental study of seed precise delivery mechanism for high-speed maize planter. Int J Agric & Biol Eng 11 (4): 81-87
13. Witney, B. (1995). Choosing and using farm machines. Land Technology Ltd, Edinburgh, Scotland, UK.
14. Zimmer, R., Košutić, S., Kovačev, I., Zimmer, D. (2014): Integralna tehnika obrade tla i sjetve. Priručnik Sveučilišta J.J. Strossmayer u Osijeku
15. Zimmer, R.. Košutić, S., Zimmer, D. (2009): Poljoprivredna tehnika u ratarstvu, Osijek

Popis internet stranica

1. <https://grapak.hr/prodajni_program/poljoprivredna_mehanizacija/sijacice/778/sijacica_kverneland_optima_e_drive/> (Pristupljeno 17.2.2019.)
2. <https://www.agroklub.com/ratarstvo/sve-o-organskoj-proizvodnji-kukuruza/29764/> (Pristupljeno 24.3.2019.)
3. <http://www.fao.org/faostat/en/#home> (Pristupljeno 4.7.2019.)
4. <https://www.kinze.com/planters> (Pristupljeno 4.7.2019.)
5. <https://www.pioneer.com/web/site/croatia/products/corn/fao300/p9903/> (Pristupljeno 17.2.2019.)

Životopis

Josip Martinović rođen je 11.09.1994. godine u Šibeniku, Republika Hrvatska. Osnovnu školu pohađao je u Koprivnici koju je završio s vrlo dobrim uspjehom 2009. godine. Srednjoškolsko obrazovanje završio je u Srednjoj gospodarskoj školi Križevci; smjer poljoprivredni tehničar-opći, s vrlo dobrim uspjehom 2013. godine. Državnu maturu polaže 2013. godine sa dobrim uspjehom. Nakon toga upisuje preddiplomski sveučilišni studij na Agronomskom fakultetu u Zagrebu; smjer: Poljoprivredna tehnika, koji završava 2016. godine obranom završnog rada na temu: Trend razvoja i značajke novih generacija sijačica. Iste godine upisuje diplomski studij, smjer: Poljoprivredna tehnika-mehanizacija.