

# Utjecaj obodne brzine sjetvene ploče na razmak zrna u sjetvi kukuruza kokičara

---

**Vuković, Milan**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:839737>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-16**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Milan Vuković

Diplomski sveučilišni studij Bilinogojstvo

Smjer: Biljna proizvodnja

**UTJECAJ OBODNE BRZINE SJETVENE PLOČE NA RAZMAK ZRNA U SJETVI**  
**KUKURUZA KOKIČARA**

**Diplomski rad**

Osijek, 2022.

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Milan Vuković

Diplomski sveučilišni studij Bilinogojstvo

Smjer: Biljna proizvodnja

**UTJECAJ OBODNE BRZINE SJETVENE PLOČE NA RAZMAK ZRNA U SJETVI**  
**KUKURUZA KOKIČARA**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Đuro Banaj, predsjednik
2. dr. sc. Anamarija Banaj, mentor
3. prof. dr. sc. Bojan Stipešević, član

Osijek, 2022

## Sadržaj

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. PREGLED LITERATURE .....</b>	<b>3</b>
<b>3. MATERIJAL I METODE .....</b>	<b>5</b>
3.1. Morfologija kukuruza kokičara.....	7
3.2. Agrotehnika kukuruza kokičara .....	9
3.2.1. Plodored.....	9
3.2.2. Obrada tla za kukuruz kokičar .....	10
3.2.3. Sjetva kukuruza kokičara .....	10
3.2.4. Gnojdba kukuruza kokičara .....	11
3.2.5. Zaštita usjeva kokičara od korova .....	12
3.2.6. Berba kukuruza kokičara .....	14
3.3. Hibrid kukuruza kokičara .....	15
3.4. Sijačica PSK4.....	16
3.5. Princip rada sjetvenog aparata .....	19
<b>4. REZULTATI.....</b>	<b>20</b>
4.1. Rezultati mjerenja ostvarenog razmaka korištenjem sjetvene ploče n=12 otvora	22
4.2. Rezultati mjerenja ostvarenog razmaka korištenjem sjetvene ploče n=18 otvora	23
4.3. Rezultati mjerenja ostvarenog razmaka korištenjem sjetvene ploče n=24 otvora	24
4.4. Rezultati mjerenja ostvarenog razmaka korištenjem sjetvene ploče n=36 otvora	25
<b>5. RASPRAVA .....</b>	<b>26</b>
<b>6. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>28</b>
<b>7. POPIS LITERATURE.....</b>	<b>29</b>
<b>8. SAŽETAK .....</b>	<b>31</b>
<b>9. SUMMARY .....</b>	<b>32</b>
<b>10. POPIS TABLICA.....</b>	<b>33</b>
<b>11. POPIS SLIKA .....</b>	<b>34</b>
<b>12. POPIS GRAFIKONA .....</b>	<b>35</b>
<b>TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA.....</b>	<b>36</b>
<b>BASIC DOCUMENTATION CARD .....</b>	<b>37</b>

## 1. UVOD

Stalni porast stanovnika u svijetu donio je izazove na koji način uspješno prehraniti cjelokupno stanovništvo. Od samih početaka poljoprivrede, žitarice su bile od velike važnosti za zdravlje i prehranu čovječanstva, a njihov značaj održao se do danas. Najzastupljenije ratarske kulture na svjetskim oranicama su: riža, pšenica i kukuruz. Milijuni ljudi diljem svijeta kukuruz koriste direktno i indirektno. U najvećoj mjeri se koristi kao hrana za domaće životinje, u prehrambenoj industriji i prehrani ljudi. Kako u svijetu tako i u Hrvatskoj kukuruz spada u najzastupljenije usjeve na oranicama (Tablica 1.)

Tablica 1. Požnjevena površina, prinos i proizvodnja kukuruza u Hrvatskoj

<b>Godina</b>	<b>Požnjevena površina(ha)</b>	<b>Prinos(t/ha)</b>	<b>Proizvodnja(t)</b>
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
2017.	247 119	6,3	1 559 638
<b>Prosjek</b>	260 818	7,18	1 868 919

(Izvor: Statistički ljetopis, 2018.)

Tablica 1 prikazuje ukupne požnjevene površine kukuruza u Hrvatskoj, prirod i ukupnu proizvodnju u razdoblju od 2013 – 2017. godine. Njegova proizvodnja, ovisno o godinama kreće se od 250 000 – 300 000 hektara. Najveći prinosi su ostvareni 2014. i 2016. godine, a najmanji 2015. i 2017. godine kada su klimatski čimbenici tijekom vegetacije imali veliki utjecaj na formiranje visine prinosa zrna. Prosječan prinos za promatrano petogodišnje razdoblje je 7,18 t/ha, a prosječna proizvodnja je 1 868 919 tona (Državni zavod za statistiku, 2018.).

Prema karakteristikama zrna kukuruz se uobičajeno dijeli na devet podvrsta, a od većeg gospodarskog značaja su zuban, tvrdunac, šećerac i kokičar (Kovačević i Rastija 2014.).

Kukuruz kokičar (*Zea mays ssp. Everta*) je jedna od najstarijih podvrsta kukuruza kojeg su uzgajali Indijanci u Sjevernoj, Srednjoj i Južnoj Americi. Uzgaja se isključivo za proizvodnju zrna za ispućavanje, a kokice nastaju tako što voda koja se nalazi u zrnu prelazi u vodenu paru tijekom zagrijavanja, a omotač zrna puca te izbacuje endosperm u obliku bijele, šupljikave mase. Karakteristika kod dobrih kokičara je da se volumen povećava i 30 do 40 puta (Kovačević i Rastija, 2014.). Najveći proizvođač kukuruza su Sjedinjene Američke Države koje proizvedu približno devet desetina svjetskog kokičara. Svjetska proizvodnja kokica je u neprestanom porastu, a dvije najmnogoljudnije nacije današnjice Indija i Kina najavile su povećanje tržišta za kokice za više od 8 % godišnje. Budući da je naše područje uzgoja kukuruza klimatski istovjetno s kukuruznim pojasom u SAD- u gdje se uzgaja kukuruz kokičar, stručnjaci predlažu uključivanje što većeg broja hrvatskih farmera u proizvodnju kokica. Domaća proizvodnja je još uvijek niska, te ne zadovoljava potrebe tržišta (Agroglas, 2013.). Kukuruz kokičar u odnosu na ostale podvrste kukuruza ima sitna zrna i veoma tvrd endosperm, brašnasti dio se nalazi samo oko klice. Uzgoj je dosta težak i tu se svrstavaju ranozreli hibridi koji stvaraju zaperke i više sitnijih klipova (Kovačević i Rastija, 2014.). Kokičar ima veću metlicu od zubana koja podsjeća na „žalosnu vrbu“ i proizvodi mnogo više polena. Također, kokičar je niži od običnog kukuruza, ima znatno manji klip, a korijenov sustav mu je slabije razvijen zbog čega dolazi do polijeganja (Vrtlarica, 2018.). Sjetva kukuruza kokičara se obavlja sa standardnim sijačicama za širokoredne kulture. Razmak sjetvenih redova je unaprijed određen i on iznosi 70 cm, a gustoća usjeva se regulira podešavanjem razmaka zrna u redu. Optimalni agrotehnički rok za sjetvu na području Republike Hrvatske je od druge polovine travnja do početka svibnja, kada temperatura tla dostigne 10 – 12 °C.

U provedenom istraživanju korištena je pneumatska sijačica. U radu će se ispitati utjecaj sjetvenih ploča na ostvarivanje razmaka u sjetvi kokičara što u konačnici može dovesti do povećanja odnosno smanjenja sklopa.

## 2. PREGLED LITERATURE

U proizvodnji kukuruza, priprema i podešavanje sijačice jedan je od bitnih eksploatacijskih čimbenika. Pozornost treba obratiti i na sjetveni aparat za izuzimanje sjemena kako bi sjeme bilo pravilno položeno u tlo prilikom sjetve. Kod sijačice *PSK4*, ključna podešavanja su odabir sjetvene ploče s odgovarajućim brojem i promjerom otvora s obzirom koji će hibrid biti odabran za sjetvu te pravilan odabir prijenosnog omjera između pogonskog kotača i ulagača sjemena. Kod odabira sjetvene ploče treba voditi računa o obliku sjemenki (ravno ili okruglo) te veličini sjemenki (malo, srednje ili veliko).

Yazgi i Degirmencioglu (2014.) navode ostvarene razlike u razmaku sjemena unutar reda pri uporabi sjetvenih ploča s različitim brojem otvora. U laboratorijskim uvjetima utvrdili su odstupanja od teorijskih razmaka za sjetvene ploče s 20, 26, 36, 52 i 72 otvora, koristeći podtlak od 63 mbar. Na temelju rezultata ovog istraživanja zaključuju da brzina rada od 3,6 do 5,4 km/h za sve ploče daje podjednake rezultate kvalitete sjetve. Povećanjem brzine na 7,2 km/h, dolazi do znatnog smanjenja kvalitete sjetve.

Singh i sur., (2005) istražuju u laboratorijskim i poljskim uvjetima učinkovitost uređaja za izuzimanje sjemena pneumatske sijačice primjenom ISO Standarda 7652 (I i II). U postupku istraživanja korištene su sjetvene ploče s  $\varnothing$  otvora 2,5 mm, s obodnim brzinama 0,29 do 0,69 m/s i s radnim podtlakom 1,0 do 2,5 kPa. Sustav je pri obodnoj brzini ploče od 0,42 m/s i podtlakom od 2,0 kPa ostvario vrlo dobre rezultate s popunjavanjem ploče od 94,70 %. U laboratorijskim uvjetima sjetvena ploča je bila u prosjeku popunjena 88 %, dok je u poljskim uvjetima rada ovaj koeficijent iznosi svega 49 % pri razmaku sjetve unutar reda između 21,0 i 30,0 cm.

Pri simulaciji sjetve u laboratorijskim uvjetima, pri radnim brzinama 4 i 8 km/h, Vitas i Bilandžić, (1990) navode da se bez obzira na jednaku udaljenost otvora na sjetvenoj ploči, sjemenke ne raspoređuju na jednaki međusobni razmak. Razlog je u tome što sjeme nije prinudno vođeno, nego dolaskom u područje atmosferskog tlaka zraka pada različitom brzinom, ovisno od vlastite mase i momenta odvajanja od sjetvene ploče.

Yazgi i Değirmencioglu, (2016) istraživanjem fizikalnih svojstva sjemena zaključuju da su  $\varnothing$  otvora, obodna brzina te razina podtlaka najvažnije tri varijable koje utječu na preciznost sjetve. Autori navode da je obodna brzina sjetvene ploče varijabla koja limitira preciznost

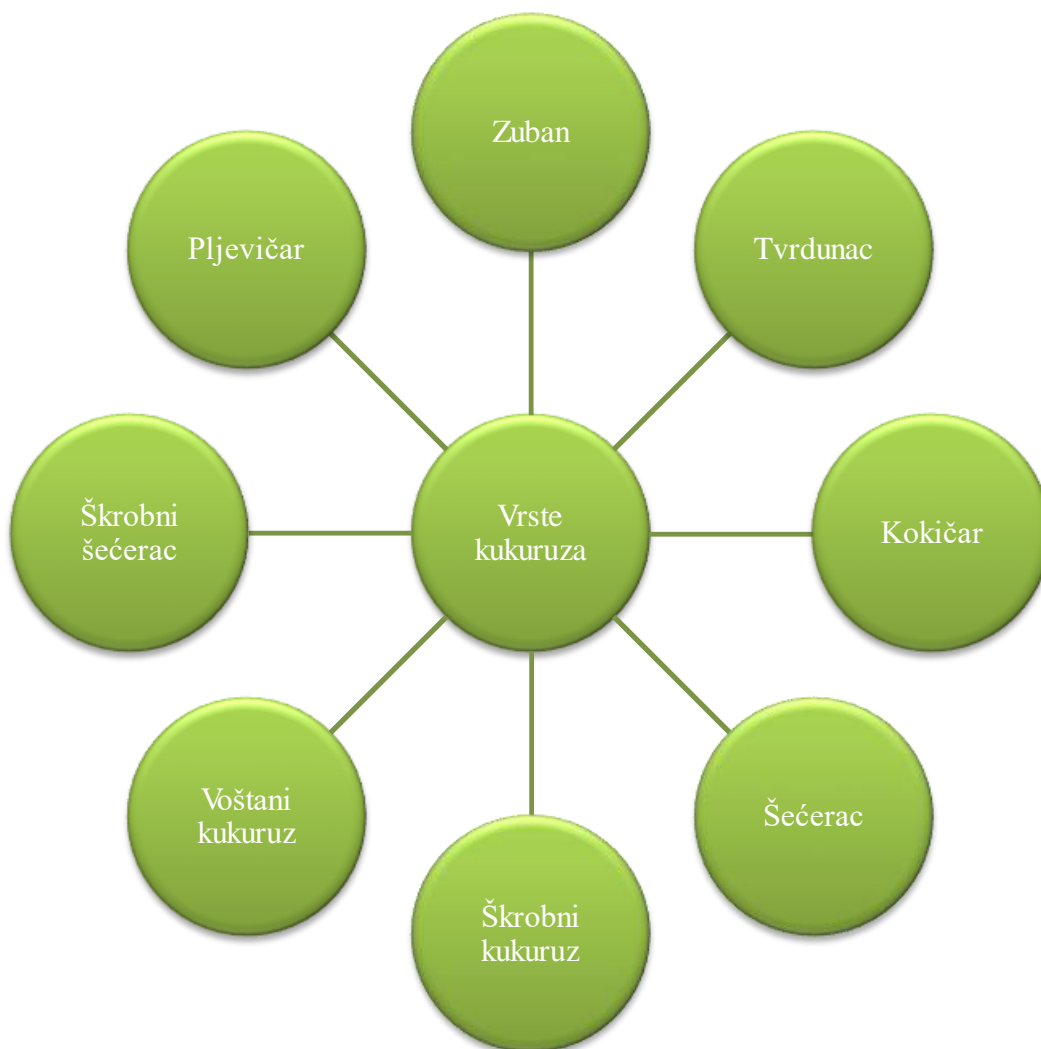
sjetve te ne bi trebala prelaziti 0,13 m/s. To znači da se veća preciznost sjetve može postići u širokom rasponu razine podtlaka, ali s odgovarajućim promjerom otvora sjetvene ploče unutar ograničenog raspona obodne brzine.

Aykas i sur., (2016) ispitivanje su obavili u laboratoriju te su koristili sjetvene ploče ( $n=22, 30, 36, 40, 48, 60, 72$ ) za pamuk  $\varnothing$  otvora 3,5 mm. Obodna brzina sjetvene ploče bila je od 0,15 - 0,85 m/s. Preciznost ostvarenog razmaka sjemena je bila loša pri obodnim brzinama manjim 0,25 m/s te većima od 0,65 m/s.



### 3. MATERIJAL I METODE

Pored zubana i tvrdunca, kukuruz kokičar se ističe kao jedna od važnijih vrsta kukuruza, dok preostale vrste nisu od većeg gospodarskog značaja.



Slika 1. Vrste kukuruza

(Izvor: Kovačević i Rastija 2014.)

*Zea mays ssp. indentata* (zuban) je jedna od najrasprostranjenijih podvrsta kukuruza i kao takva ima veliko gospodarsko značenje. U okviru ove podvrste postoje značajne razlike u duljini vegetacije te otpornosti prema niskim temperaturama, a njihovi predstavnici nisu skloni stvaranju zaperaka. Zuban ima visok klip, koji je debeo i cilindričnog oblika s 16 redova. Zrno je relativno krupno i može biti žute, bijele ili crvene boje. Kvaliteta zrna zubana je slabija, ali su prinosi dosta visoki (Kovačević i Rastija 2014.).

*Zea mays ssp. indurata* (tvrđunac) je vrlo stara podvrsta koja ima veliku rasprostranjenost, botanički i gospodarski značaj. Klip kukuruza tvrđunca je tanji u odnosu na klip kukuruza zubana i ima 8-12 redova. Visina biljke je manja i sklon je stvaranju zaperaka. Zrna su manja nego kod zubana, okruglasta i bolje kvalitete za ljudsku ishranu jer imaju više bjelančevina (Kovačević i Rastija 2014.).

*Zea mays ssp. saccharata* (šećerac) je podvrsta nastala mutacijom iz zubana i tvrđunca. Ima gene koji kontroliraju sustav škroba. Zbog visokog udjela masti i vodotopivih proteina ima veliku hranjivu vrijednost. U ishrani se koristi za konzerviranje, kuhanje i pečenje. Nedostatak ove podvrste je sklonost polijeganju, slaba otpornost na sušu, bolesti i štetočine. Kao takav zahtjevniji je od uzgoja zubana (Kovačević i Rastija 2014.).

*Zea mays ssp. everta* (kokičar) je jedan od najstarijih podvrsta i ima dva tipa zrna: okruglo i izduženo zrno. Kokičar je ranozreli hibrid koji stvara zaperke i ima više sitnih klipova. Uzgoj kokičara je dosta težak jer je on osjetljiv i daje nizak prinos. Prilikom zagrijavanja zrna na 150 – 200 °C nastaju kokice (Kovačević i Rastija 2014.).

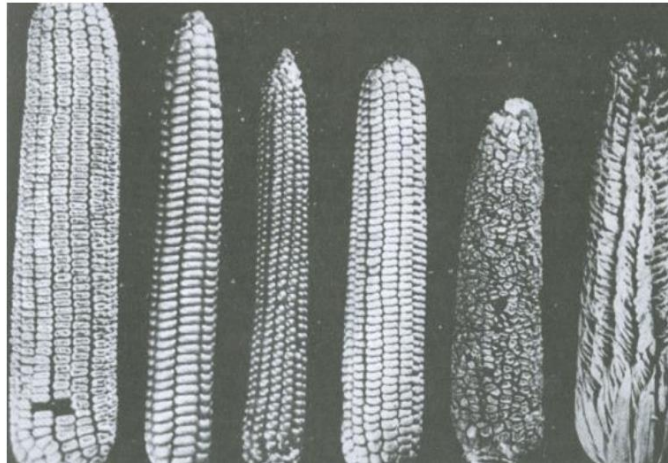
*Zea mays ssp. amilacea* (škrobni kukuruz) se koristi u prehrambenoj industriji za dobivanje škroba. Ova podvrsta je sklona razvoju gljivičnih i bakterijskih bolesti, stoga se uzgajaju u područjima suhe klime. Ima krupno zrno bijele, plave i ljubičaste boje i raširen je u Južnoj Americi, a podrijetlom je iz Perua (Kovačević i Rastija 2014.).

*Zea mays ssp. ceratina* (voštani kukuruz) nije rasprostranjena podvrsta i kao takva nema posebno gospodarsko značenje. Po obliku i tvrdoći zrna je sličan tvrđuncu, ali se razlikuje po mutnom sjaju površine zrna. Karakteristika ove podvrste je škrobno ljepilo, a vanjski dio endosperma je dvoslojan i podsjeća na vosak (Kovačević i Rastija 2014.).

*Zea mays ssp. amylosaccharata* (škrobni šećerac) je po svojim svojstvima između šećerca i škrobnog kukuruza. Kao takav nema poseban gospodarski značaj i uzgaja se u Južnoj Americi (Kovačević i Rastija 2014.).

*Zea mays ssp. tunicata* (pljevičar) je mutant čiji gen izaziva umatanje svakog zrna u pljevice. Nije rasprostranjen i nema posebno gospodarsko značenje. Postojalo je mišljenje da je ova podvrsta prethodila ostalim podvrstama kukuruza, ali su mnogobrojna citološka istraživanja to demantirala (Kovačević i Rastija 2014.).

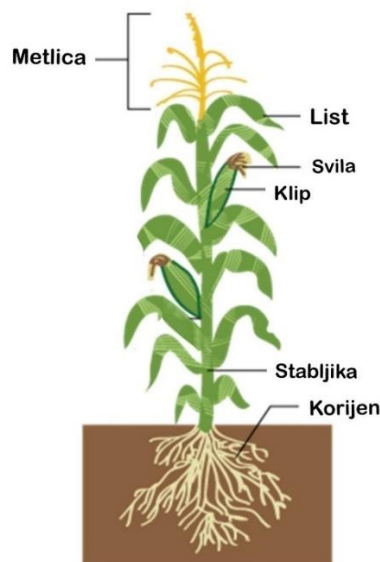
Slika 2. prikazuje s desna na lijevo: zuban, tvrđunac, kokičar, škrobni, šećerac i pljevičar. Svaka od navedenih podvrsta ima različit izgled i strukturu klipa, kao i kvalitetu zrna koja se upotrebljava u ljudskoj ishrani.



Slika 2. Podvrste kukuruza  
(Izvor: Kovačević i Rastija 2014.)

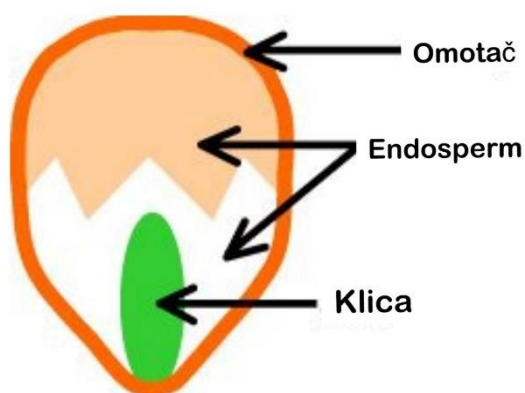
### 3.1. Morfologija kukuruza kokičara

Kukuruz je jednogodišnja, jednodomna biljka koja pripada grupi prosolikh žitarica i koja se bitno razlikuje od ostalih žitarica zbog svog habitusa. Po morfološkim svojstvima kukuruz kokičar je sličan ostalim podvrstama, (Slika 3.) a najlakše ga je opisati na način da se usporedi s biljkom običnog kukuruza.



Slika 3. Dijelovi biljke kukuruza kokičara  
(Izvor: <https://ourgardenworks.com/wp-content/uploads/2021/09/Parts-of-a-Popcorn-Plant.png>)

Korijenov sustav kukuruza je žiličast, te sa svojih 700 korijenovih dlačica omogućava izuzetno dobar kontakt sa tlom. Najveća masa korijena nalazi se u oraničnom sloju, a dubina prodiranja kod kukuruza zubana je do 3 m (Kovačević i Rastija 2014.). Kod kukuruza kokičara dubina prodiranja u tlo je od 1,5 m do 2 m, a masa korijena je plića i slabije razvijena u odnosu na zuban. Kokičar ima nižu, tanju i slabije razvijenu stabljiku u odnosu na standardan kukuruz, te je zbog toga sklon polijeganju. Listovi izbijaju iz svakog nodija i slični su standardnom kukuruзу. Jedna od specifičnosti kukuruza kokičara je sposobnost stvaranja većeg broja klipova i zaperaka, u odnosu na ostale vrste. Neki hibridi mogu da proizvedu više od jednog klipa po biljci. U odnosu na standardan kukuruz klip kokičara je znatno manji, te može biti razlika u veličini, broju redaka i zrna između pojedinih vrsta. Oplodnja traje od 10 do 15 dana, a zrno je u fazi mliječne zriobe već nakon 20 dana oplodnje. Kukuruz kokičar ima veću metlicu u odnosu na zubana, a zbog svoje veličine i broja bočnih grana, proizvodi mnogo više polena u odnosu na kukuruz zuban. Cilj uzgoja je proizvodnja što veće količine kvalitetnog i zdravog zrna, a glavna razlika između kokičara i kukuruza standardne kvalitete je u obliku i veličini zrna. Osnovni dijelovi zrna kukuruza kokičara su: omotač (perikarp), klica i endosperm (Slika 4.). Endosperm kod kukuruza kokičara je skroz caklav, a po obliku zrna razlikuju se dva tipa: biserasta i rižasta zrna sjajno narančaste boje. Biserasta imaju okruglo i sjajno zrno, a rižasta dugo i tanko zrno s izduženim vrhom. Određivanje krupnoće zrna ovisi o broju zrna u 10 g, a uz to zrna mogu biti različite boje: bijele, crvene, žute, plave i sl.



Slika 4. Građa zrna kukuruza kokičara

(Izvor: [https://www.carolina.com/images/teacher-resources/carolina\\_tips/mar-2013/popcorn-diagram.jpg](https://www.carolina.com/images/teacher-resources/carolina_tips/mar-2013/popcorn-diagram.jpg))

Perikarp je tvrda vanjska ljuska koja obavija zrno i ključna je u procesu pucanja zrna, a unutar perikarpa se nalazi klica ili embrij sjemena. Uz klicu je endosperm, koji sadrži malo zarobljene vode i predstavlja skladište škroba i proteina za rast klice. Kada se zrno kokice zagrije, zarobljena se voda u endospermu pretvara u paru tako stvarajući tlak unutar omotača. Omotač zrna kokica je mnogo jači od svih ostalih vrsta kukuruza, a debljina se kreće od 70 do 110 nm, dok je kod zubana od 30 do 79 nm. Sposobnost kokičara je da zadrži paru pod tlakom do 9,2 atm (135 psi), a iznad tog tlaka dolazi do pucanja perikarpa (Carolina Knowledge Center, 2022).

### **3.2. Agrotehnika kukuruza kokičara**

Agrotehnika predstavlja skup mehaničkih, fizikalnih, kemijskih i bioloških mjera na poljoprivrednom zemljištu koje imaju za cilj povećanje ili održavanje plodnosti tla. Također, imaju za cilj spriječiti degradaciju tla kako bi se osigurala sigurnost hrane, poboljšala kvaliteta tla, smanjila erozija, povećala otpornost na sušu i dr. (Narodne novine, 2019.).

#### **3.2.1. Plodored**

Plodored predstavlja uzgoj različitih usjeva, različitim redosljedom na istim poljima, a za maksimalno iskorištavanje proizvodne površine. Kroz ljudsku povijest, gdje god su se proizvodili prehrambeni usjevi koristila se neka vrsta rotacijskog usjeva. Pravilan plodored ima višestruke pozitivne utjecaje na iskorištavanje proizvodne površine i na iskorištenje genetskog potencijala biljke. Osim brojnih prednosti na tlo i usjeve, dobro planirani plodored također pruža prednost i u poslovnom aspektu poljoprivrede. Kukuruz spada u grupu samostabilnih usjeva i bolje podnosi uzgoj u monokulturi od drugih žitarica, ali se ipak preporučuje uzgoj u plodoredu jer je kokičar osjetljiviji i podložniji napadu štetnika. Na parcelama gdje je prisutan uzgoj u monokulturi postoji velika opasnost od iscrpljivanja zaliha u tlu te od napada kukuruzne zlatice i širenja nekih trajnih korova, poput divljeg sirka. Kukuruz je dobar predusjev drugim predkultutama, a kukuruzu su najbolji predusjevi leguminoze i strne žitarice. Budući da je kokičar sličan merkantilnom kukuruzu poželjan je isti plodored (Kovačević i Rastija 2014.).

### **3.2.2. Obrada tla za kukuruz kokičar**

Obrada tla je manipulacija tlom u željeno stanje pomoću raznih alata koji se koriste za postizanje nekog željenog učinka. Obradu tla treba prilagoditi tipu tla i uvjetima koji vladaju na određenom lokalitetu. Neadekvatan način primjenjivanja obrade tla imat će za rezultat povećanje energije, a očekivani rezultat će izostati. Tlo se obrađuje kako bi se promijenila njegova struktura, uništili korovi i upravljali ostacima usjeva. Izmjena strukture tla je često neophodna kako bi se olakšao unos, skladištenje i prijenos vode te kako bi se osiguralo dobro okruženje za sjemenke i korijenje. Različita tla zahtijevaju rad s različitim agregatima kako bi se postigao isti stupanj usitnjavanja tla. Uklanjanje korova je važno jer se natječu za vodu, hranjive tvari i svjetlost. Žetvenim ostacima na površini mora se gospodariti kako bi se osigurali uvjeti pogodni za sjetvu i uzgoj usjeva. Obrada tla za kukuruz kokičar u našim krajevima je ista kao i za standardni kukuruz. Glavna podjela obrade se dijeli na osnovnu, predsjetvenu i obradu tla tijekom vegetacije. Osnovna obrada podrazumijeva usitnjavanje i miješanje tla na dubinu od 20 do 25 cm, a najbolje ju je obaviti u jesenskom periodu. Tako se osigurava čvrsti i plitki sjetveni sloj. Vrijeme i način obrade ovise o tipu tla i svojstvima tla, klimatskim uvjetima i opremljenosti mehanizacijom. Predsjetvena priprema tla se obavlja neposredno pred sjetvu, a cilj ove operacije je dobivanje željene dubine sjetvene posteljice i strukture tla za sjetvu. Kvalitetnu sjetvu osigurava ravna i rastresita površina s dovoljno vlage i topline. Nakon nicanja usjeva potrebno je obaviti međurednu kultivaciju što predstavlja dopunsku obradu tla. Međuredna kultivacija se u našim krajevima obavlja dva puta jer povoljno djeluje na prozračnost tla i čuvanje vlage, suzbijanje korova, a s njom se može obaviti i prihrana dušičnim mineralnim gnojivima. Prva kultivacija se obavlja u fazi 3 – 4 lista, dok se druga obavlja u fazi 7 – 8 listova, a pri radu moramo paziti da ne oštetimo korijenov sustav.

### **3.2.3. Sjetva kukuruza kokičara**

Sjetva je biološka reprodukcija pravim sjemenom, a predstavlja važnu agrotehničku mjeru gdje treba biti posebno oprezan jer greške koje se naprave u sjetvi nije moguće lako ispraviti. Prije same sjetve neophodno je izvršiti adekvatnu pripremu i podešavanje sijačice, jer to predstavlja važan čimbenik za uspješnu sjetvu (Tadić i sur., 2017.; Banaj i sur., 2018.). Optimalni datum sjetve ovisit će o sorti i mjestu, kao i o vremenskim uvjetima tijekom vegetacije. Dobro sjeme je preduvjet za dobar urod i ono mora biti iz dobre proizvodnje

praćeno certifikatom. Kukuruz kokičar kao i ostali usjevi zahtijeva dobro pripremljeni sjetveni sloj za intimni kontakt sjemena i tla za normalno klijanje i nicanje usjeva. Sjetva kokičara nije puno drugačija u odnosu na standardni kukuruz, ali ima svojih specifičnosti. Sjetva započinje kada se sjetveni sloj na dubini od 5 cm ustali na 5 – 10 °C. Dubinu sjetve treba prilagoditi svojstvima tla i krupnoći sjemena. Sjetva u vlažnijim i hladnijim tlima se obavlja na dubinu od 3 – 4 cm, a ukoliko je riječ o lakšim i toplijim tlima sije se na dubinu od 4 – 6 cm. Pravovremena sjetva kokica vrlo je važna zbog sporog klijanja i nicanja te zbog toga što mora dostići zrelost za žetvu. Optimalno vrijeme sjetve u našim krajevima je od druge polovine travnja do početka svibnja. Posljedice ranije sjetve mogu dovesti do predugog klijanja i lošeg nicanja u slučaju nižih temperatura, a također za mladu biljku problem mogu biti i proljetni mrazovi. S druge strane posljedice kasnije sjetve smanjuju broj dana vegetacije kokičaru koji će teže postići zrelost i imat će velik postotak vode u zrnu. Sklop kod kokičara se kreće od 60 000 do 65 000 biljaka/ha na međuredni razmak od 23 do 25 cm. Za sjetvu 1 ha potrebno je otprilike 10 kg sjemena.

#### **3.2.4. Gnojidba kukuruza kokičara**

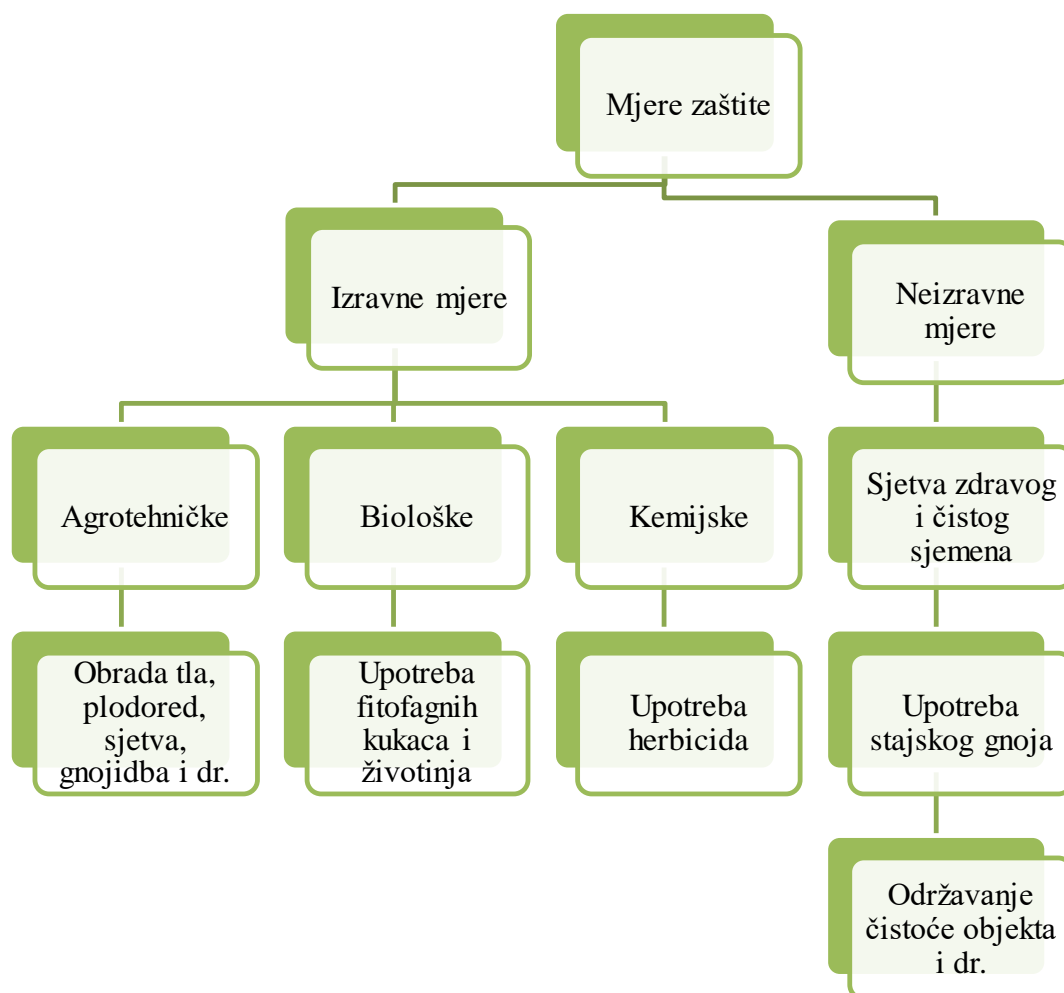
Za rast biljaka potrebni su: sunce, voda, zrak i hranjiva, a hranjiva mogu biti usvojena iz zraka ili tla. Svaki poljoprivredni proizvođač zna da bez adekvatne gnojidbe usjeva nema visokih i stabilnih prinosa, odnosno nema kvalitete proizvoda, a nema niti profitabilnosti. Bez gnojidbe prinos može biti umanjen čak 50 % ili više. Količinu gnojiva koju ćemo unijeti u tlo ovisit će o planiranim prinosima, plodnosti tla, pH svojstvima tla, prema sadržaju hranjiva i klimatskim prilikama uzgojnog područja. Najpreciznija gnojidba tla bi bila prema preporukama na temelju obavljene analize. Kukuruz je biljka koja ima visoki proizvodni potencijal pa da bi se taj potencijal iskoristio neophodno je dodati potrebnu količinu gnojiva

Ukoliko se kokičar uzgaja iza kultura koje ostavljaju veću količinu žetvene mase, tada je potrebno unijeti u tlo određenu količinu dušika kako bi se izbjegla dušična depresija. Iako je korijenov sustav kod kokičara plići i slabije razvijen u odnosu na standardni kukuruz, neophodno je gnojivo unijeti na određenu dubinu kako bi korijen dobio odgovarajuću količinu prihrane koja mu je potrebna za razvoj. Također, gnojivo je najbolje biljci rasporediti u nekoliko faza kako bi biljka imala osiguranu prihranu tijekom svog razvoja. Gnojidba kokičara se obavlja kao i kod zubana u jesenskoj obradi gdje se dodaje 2/3 fosfornih i kalijevih gnojiva te 1/3 dušičnih gnojiva. Ostatak dušika se aplicira u

predsjetvenoj pripremi tla i tijekom prihrane kroz međurednu kultivaciju. Prihrana se obavlja zajedno sa kultivacijom kada je kukuruz kokičar u fazi 7 – 8 listova, a najčešće se koristi pojedinačno dušično gnojivo kan (Vrutarica, 2018.). Zbog sporijeg početnog porasta kokičara u odnosu na zubana preporučljivo je da se u prvim fazama razvoja u tlo aplicira startno gnojivo. Prevelika količina apliciranog dušika u tlu može dovesti do polijeganja, osobito ako su razine kalija u tlu male.

### 3.2.5. Zaštita usjeva kokičara od korova

Uzgoj biljnih vrsta zahtjeva konstantnu brigu i njegu, zbog negativnog utjecaja abiotskih i biotskih čimbenika. Njega usjeva podrazumijeva mehaničke, fizikalne, kemijske i biološke zahvate. Sa svim tim zahvatima pomažemo biljci da se odbrani od nepovoljnih abiotskih i biotskih čimbenika (Narodne novine, 2019).



Slika 5. Mjere zaštite kokičara od korova

(Izvor: Barić, i sur. 2014.)



U borbi protiv korova potrebno je imati na umu da se sa uništenjem nadzemnih dijelova korova sprječava sjemenska proizvodnja korova, a postoje izravne i neizravne mjere borbe. U neizravne mjere borbe se ubraja sjetva zdravog i čistog sjemena, upotreba stajskog gnoja, održavanje čistoće objekata i dr. U izravne mjere se ubrajaju agrotehničke mjere, biološke i kemijske mjere. U agrotehničke mjere ubrajamo sve one mjere kojima mi direktno utičemo na smanjenje populacije korova kao što su obrada tla, plodored, sjetva, gnojidba, njega usjeva i dr. Biološke mjere predstavljaju smanjenje populacije korova do razine da korov više nije štetan pomoću brojnih fitofagnih kukaca i nekih životinja kao što su puževi i ptice. Kemijske mjere predstavljaju upotrebu herbicida pomoću kojih se suzbija ili zaustavlja rast korova, a njihova upotreba danas ima najširu primjenu (Barić, i sur. 2014.). Korov je prisutan na svakom polju svake godine. Iako gubitci od korova u poljskom kukuruзу mogu biti od 3 do 7 % godišnje, gubitci zbog korova u kokicama mogu biti 15 % i više.

Gubitci prinosa će se dogoditi kada se kokice moraju natjecati s korovom za hranjive tvari, svjetlost i vlagu neophodne za maksimalan rast i razvoj. Također, određene vrste korova mogu poslužiti kao domaćin za bolesti i štetnike kokica. Jačina populacije korova na određenoj parceli ovisit će o prethodnom usjevu, jesenjoj i proljetnoj obradi tla, upotrebi herbicida i plodoredu. Isti korov koji obično napada polje kukuruza nalazi se i na poljima kukuruza kokičara. Štete od korova mogu biti veće od štete izazvane napadom bolesti i štetnika zajedno (Ziegler, i sur. 1985.).

Kao i kod korova, kokice su podložne bolestima uobičajenim za standardni kukuruz. Srećom, nisu sve bolesti toliko jake i izražene pa može proći godina bez nekih vidljivih i izraženih simptoma. Međutim, neke su široko rasprostranjene i mogu značajno smanjiti prinos i kvalitetu ako su uvjeti optimalni (Ziegler, i sur. 1985). Kao najčešće i najštetnije bolesti kokičara izdvajaju se siva pjegavost lista, mjehurasta snijet i trulež korijena, stabljike i lista. Pjegavost lišća je gljivična bolest koja se obično javlja krajem ljeta, a simptomi se prvo javljaju na donjem lišću. Simptomi se prepoznaju kao velike izdužene pjege sivo – maslinaste boje pri čemu su rubovi pjega tamniji. Ukoliko je napad jači može doći do smanjenja prinosa. Druga bolest koja je također vrlo česta i lako prepoznatljiva je mjehurasta snijet. Obično se javlja ljeti jer joj pogoduju temperature oko 30 °C, a razvija lako prepoznatljive simptome kao što su velike nepravilne izrasline ili tumori. U početku su svjetlije sivo – zelene boje, a kasnije poprimaju tamnosivu boju. Najštetnija bolest na koju je kukuruz kokičar dosta osjetljiv je trulež koja se može pojaviti na korijenu, stabljici i klipu (Vrtnarica, 2018.). Simptomi se obično prvi put primjećuju kada se usjev približi fiziološkoj

zrelosti. Kompleks bolesti općenito uzrokuje nekoliko gljivičnih i/ili bakterijskih patogena, a ne jedan uzročnik. Gubici prinosa rezultat su zaraženih biljaka koje imaju slabo popunjene klipove i koji ispadnu na tlo i ne dočekaju berbu. Najučinkovitije mjere borbe protiv ovih bolesti su dobar i pravilan plodored, pravilna gnojidba, korištenje hibrida otpornih na bolesti, pravilno upravljanje ostacima usjeva i odgovarajuću primjenu kemijskih tretmana (Ziegler, i sur. 1985).

Većina, ako ne i svi kukci koji napadaju standardni kukuruz mogu napasti i kokice, a najčešće se javljaju žičnjaci, kukuruzna zlatica i kukuruzni moljac. Žičnjaci su polifagni štetnici koji se javljaju u prvoj fazi razvoja biljke. Oni se ubušuju u prokljalo sjeme i prave velike štete, gdje mogu uzrokovati uginuće biljke. Mjere borbe protiv žičnjaka su primjena odgovarajućih agrotehničkih mjera odnosno pravilna obrada tla i kemijska zaštita sjemena. Prilikom obrade tla remeti se postojeća vlaga u tlu što dovodi do propadanja jaja i mlađih stadija ličinki. Kukuruzna zlatica je veoma poznati štetnik na našim prostorima i smatra se jednim od najštetnijih štetnika kukuruza. Imago se javlja u lipnju hraneći se listom, polenom i svilom, dok se ličinke javljaju krajem svibnja ili početkom lipnja. Ličinke prave veliku štetu izgrizajući korijen kukuruza što dovodi do polijeganja, a takav kukuruz poprima izgled gušćjeg vrata. Budući da polijeganje usjeva može proizvesti veći ekonomski gubitak za kokice nego za merkantilni kukuruz, ovaj usjev se češće prska od ovog štetnika. Šteta koju uzrokuje kukuruzna zlatica se ogleda u smanjenju prinosa od 10 – 30 %. Ukoliko prilikom obrade tla ne uništimo sve ostatke kukuruzovine ostavljamo mogućnost da u tim ostacima prezimi ličinka kukuruznog moljca. Izlijetanje leptira se događa u lipnju i početkom srpnja, a nakon odlaganja jaja ličinke prelaze s vršnog lišća na metlicu ili rukavac lista, da bi se potom počele uvlačiti u stabljiku ili začetke klipova. Najveću štetu čine gusjenice koje unutar stabljike buše hodnike, što slabi čvrstoću stabljike i biljke se lako lome. Ovaj problem je kod kukuruza kokičara još veći jer kokičar ima slabiju stabljiku u odnosu na merkantilni kukuruz (Vrtilarica, 2018.).

### **3.2.6. Berba kukuruza kokičara**

Velike površine kokica danas se beru kombajnima, unatoč činjenici da je veća vjerojatnoća oštećenja jezgre, a time i smanjenja količine kokica. Prerađivači koji žele maksimalnu kvalitetu kokica mogu sklopiti ugovor s poljoprivrednicima za berbu kokica u klipu. Iako to obično povećava troškove proizvodnje, također rezultira višom kvalitetom kokica s većim

potencijalom volumena iskakanja. Kod berbe u zrnu sadržaj vlage bi trebalo da bude od 16 do 17 %, jer povećanjem ili smanjenjem vlage dolazi do većeg oštećenja zrna. Postavke kombajna za kokice su različite u odnosu na merkantilni kukuruz te je neophodno izvršiti podešavanje kombajna (Ziegler, i sur. 1985). Berba kukruza kokičara u klipu se obavlja pri sadržaju vlage od 25 % i više (Slika 6). Zrno kokičara mora se pažljivo sušiti tako da proces sušenja ne utječe na potencijalni volumen kokica i nastajanje pukotina u endospermu. Sušenje se treba obaviti relativno brzo, a u zavisnosti od vlage ono traje otprilike 2 – 4 sata pri temperaturi od 35 °C. Nakon sušenja zrno je potrebno ohladiti kako se ne bi pojavila kondenzacija te nakon toga pravilno uskladištiti (Vrtnarica, 2018.).



Slika 6. Klip kukuruza kokičara

(Izvor: Vuković, 2022.)

### **3.3. Hibrid kukuruza kokičara**

Pored mnogobrojnih vrsta standardnog kukuruza koji se proizvodi na poljoprivrednom institutu u Osijeku uspješno se proizvodi i hibrid kukuruza kokičara. Hibrid OSSK504 PC pripada FAO grupi 500 ( Slika 7). Jedna od bitnih stvari kod ovog hibrida je što tijekom vrućih ljetnih mjeseci podnosi više temperature i ima visoku tolerantnost na sušu. Navedeni

hibrid ima veoma čvrstu i stabilnu stabljiku srednje visine, a posjeduje dubok i razgranat korijen. Prednost ovog hibrida je u odličnoj adaptabilnosti na različite zemljišne i klimatske uvjete uzgoja koji mu omogućavaju nesmetan uzgoj na širem području Republike Hrvatske. Zrno je žuto narančaste boje, srednje krupnoće (48 – 52 zrna u 10 g). Vrlo visoka tolerantnost na najzastupljenije bolesti i štetnike hibridu omogućava visoke prinose zrna i kvalitetu kokica. Oblik kokica je leptirast, a volumen kokičavosti od 39 do 42 cm<sup>3</sup>/g. Preporučeni sklop za ovaj hibrid kukuruza kokičara je 62 000 do 65 000 biljaka/ha (Poljoprivredni Institut Osijek, 2022.).



Slika 7. Hibrid OSSK504 PC

(Izvor: Vuković, 2022.)

### 3.4. Sijačica PSK4

Još davne 1982. godine proizvedena je sijačica prema kupljenom odobrenju od francuske tvrtke pod nazivom „Nodet gougs pneumasem II“. Prema načinu rada, sijačica metalske industrije Osijek svrstava se u grupu podtlačnih sijačica koje sjemenke izdvajaju uporabom podtlaka. Nakon pojavljivanja PSK4 sijačice na tržištu su bile vidljive pozitivne prednosti u odnosu na mehaničku izvedbu, a dodatnom opremom i izmjenom sjetvenih ploča omogućena je višestruka primjena u sjetvi šećerne repe, soje, suncokreta te povrtlarskih kultura na manjim i velikim gospodarstvima (OLT, 2022.). U provedenom istraživanju korištene su sjetvene ploče s 12, 18, 24 i 36 otvora. Ispitivanjem ćemo doći zaključka koja je sjetvena ploča postigla najbolje rezultate. Osnovni čimbenici koji utječu na pouzdanost i funkcionalnost, a samim time i na kvalitetu sjetve jesu podešavanje i priprema te održavanje

sijačice. Sjeme ne mora biti kalibrirano, ali za precizniju i uspješniju sjetvu poželjno je koristiti sjeme što ujednačenijeg oblika i mase sjemena.

Najvažnije prednosti su: precizno izdvajanje po jednu sjemenku, sjeme se polaže u brazdicu s male visine tako da ono ne odskače, moguće su veće radne brzine bez opasnosti da se sjeme ošteti, razvojno i tehnički na višoj razini u odnosu na mehaničke sijačice te niz drugih prednosti.



Slika 8. Pneumatska sijačica PSK4

(Izvor: <https://www.futuremachines.hr/pneumatska-sijacica-psk-4-siroki-gumeni-na-gazni-kotaci>)

Pneumatska sijačica se sastoji od pojedinih sustava povezanih u jednu cjelinu, a to su:

- Trotočje i noseća greda,
- Sjetveni uređaj (Slika 9.),
- Radijalni ventilator,
- Mjenjačka kutija i prijenosnici,
- Zagrtači sjemena i nagazni kotač,
- Marker

Tehnički podaci vezani za sijačicu PSK4, kao što su broj redova, izvedba sijačice, najmanji razmaci redova i zrna, dubina ulaganja, volumeni spremnika, potrebne snage traktora itd. vidljivi su u sljedećoj tablici.

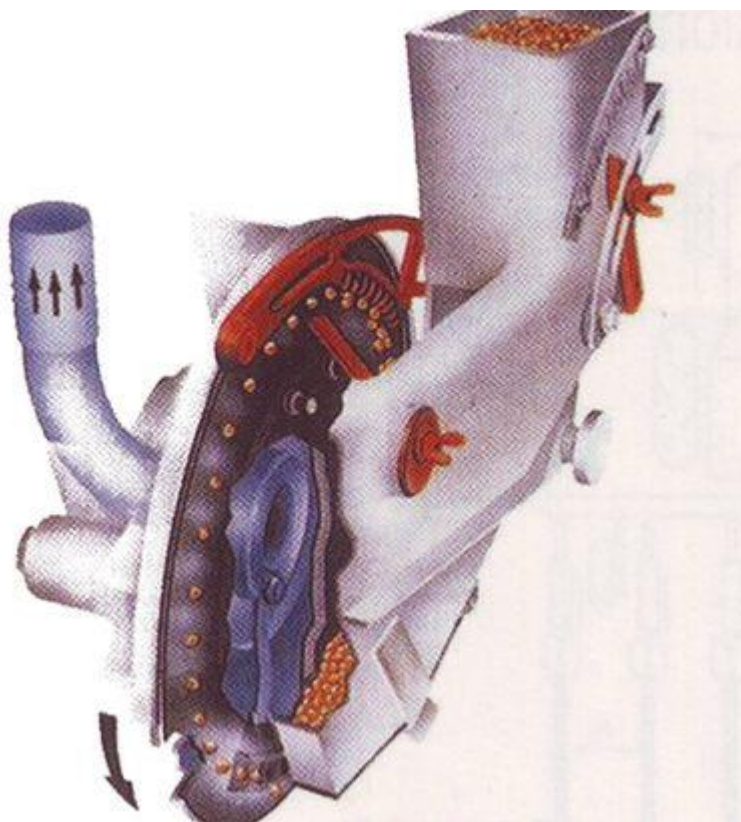
Tablica 2. Tehnički podaci PSK4 sijačice

Tehnički podaci:		Izvedba sijačice						
		PSK-2	PSK-4	PSK-4/6	PSK-6	PSK-8	PSK-12/8	PSK-12
Izvedba sijačice		ovjesna-nošena						
Broj redova		2	4	4 ili 6	6	8	12 ili 8	12
Najmanji razmaci redova (cm)		40			45			
Najmanji razmaci zrna (cm)		1,6						
Dubina ulaganja (cm)		2-8						
Volumen spremnika za:	sjeme (dm <sup>3</sup> / 1 red)	18						
	gnojivo (dm <sup>3</sup> / 2 reda)	90 ili 120						
	pesticide (dm <sup>3</sup> / 1 red)	15						
Brzina rada (km/h)		6-10			8-10			
Potrebna snaga traktora (kW/KS)		25/35	30/40	45/60	45/60	60/80	80/110	
Kategorija trozglobne poteznice		1	2					
Najveći broj okretaja priključnog vratila traktora (min-1)		540 min-1						

Izvor: (Zimmer, R. i sur, 2009.)

### 3.5.Princip rada sjetvenog aparata

PSK4 sijačica ima sjetveni aparat koji radi na principu podtlaka tako da zračna struja koju stvara turbina pogonjena od strane kardanskog vratila stvara podtlak koji povlači sjemenke na sjetvenu ploču. Skidač viška sjemena odstranjuje suvišne sjemenke sa sjetvene ploče tako da na svakom otvoru ostaje samo po jedna sjemenka (Zimmer i sur., 2009.). Veoma je važno pravilno podesiti skidač sjemena s obzirom na veličinu i oblik zrna koje sijemo. Berus (2010.) navodi kako pravilno podešen skidač ima postotak isijavanja veći od 95 %. Sjetvena ploča se vertikalno rotira i donosi sjeme do zone normalnog pritiska gdje zrno pada u brazdicu koju je napravio raoni ulagač sjemena. Nakon toga nagazni kotač pokriva sjemenku i pritišće sloj zemlje uz sjemenku kako bi se bolje uspostavio kapilaritet, a time ostvarilo brže i bolje nicanje.



Slika 9. Sjetveni aparat PSK4 sijačice

(Izvor: <https://www.savjetodavna.hr/wp-content/uploads/2012/02/djuro2sij-1.jpg> )

#### 4. REZULTATI

Istraživanje je provedeno u praktikumu Zavoda za poljoprivrednu tehniku i obnovljive izvore energije na ispitnom stolu pri simulaciji rada sjetve sijačice PSK4. U istraživanju je korišten osječki hibrid kukuruza kokičara OSSK504 PC koji ima srednje krupno zrno (48 – 52 zrna u 10 g).



Slika 10. PSK4 sijačica na ispitnom stolu

(Izvor: Vuković, 2022.)

Statističke mjere korištene u izračunu su: aritmetička sredina, medijan, mod, standardna devijacija, koeficijent varijacije, varijanca, minimum i maksimum.

*Aritmetička sredina* – predstavlja najčešće korištenu mjeru središnje tendencije i računa se isto za uzorak i populaciju.

*Medijan* – se ubraja u položajne mjere središnje tendencije. Za jedan niz podataka moguće je izračunati jedan medijan, što znači da medijan predstavlja vrijednost koja niz dijeli na dva jednaka dijela.



*Mod* – predstavlja najčešću vrijednost niza i kao takav distribuciju frekvencija dijeli na rastuću i padajuću stranu.

*Standardna devijacija* – se računa kao pozitivna vrijednost drugog korijena iz vrijednosti varijance i tumači se kao standardno odstupanje vrijednosti numeričkog obilježja od aritmetičke sredine.

*Koeficijent varijacije* – je postotni omjer standardne devijacije i aritmetičke sredine, a koristi se kada podaci nisu izraženi u istim mjernim jedinicama.

*Varijanca* – predstavlja prosječno kvadratno odstupanje od prosjeka i uz standardnu devijaciju je najčešće korištena mjera disperzije.

*Minimum* – predstavlja najmanju vrijednost u skupu mjerenih varijabli.

*Maksimum* – predstavlja najveću vrijednost u skupu mjerenih varijabli. (Horvat i Mijoč, 2014.)

Tablica 3. Tehnički parametri korišteni u ispitivanju

Broj otvora na sjetvenoj ploči (n)	Sjetvene ploče (otvor $\varnothing$ 3.5 mm)				Brzina simulacije rada 6 km/h
	12	18	24	36	
Razmak između dva otvora (mm)	52.84	35.25	26.44	17.62	
Omjer pogonskog kotača i sjetvene ploče ( <i>i</i> )	0.623	0.415	0.311	0.207	
Brzina vrtnje ( $m\ s^{-1}$ )	0.652	0.435	0.326	0.217	
Učestalost otpuštanja sjemena/s	7.828	7.822	7.816	7.803	
Teorijski razmak (cm)	22,067				
Promjer pogonskog kotača $D_d=52.52$ cm; Promjer sjetvene ploče=0.1979 m;					

(Izvor: Vuković, 2022.)

Tablica predstavlja razmak između dva otvora, odnos pogonskog kotača i sjetvene ploče, brzine i ostalih tehničkih uvjeta pri simulaciji rada.

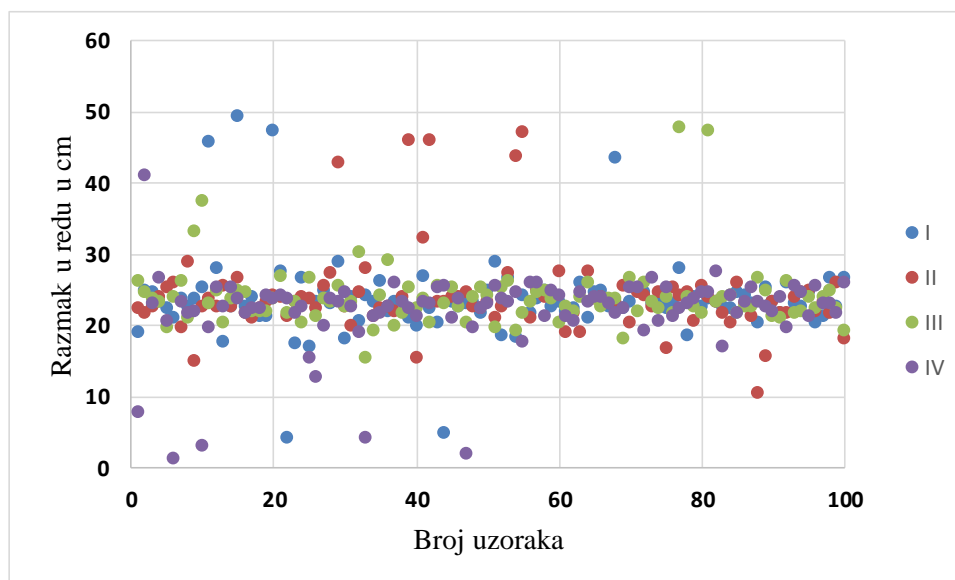
#### 4.1. Rezultati mjerenja ostvarenog razmaka korištenjem sjetvene ploče n=12 otvora

Tablica 4. Ostvareni razmaci zrna pri upotrebi sjetvene ploče n=12 otvora

Br. mjerenja	X	Median	Mod	s.d.	K.V. (%)	Varijanca	Minimum	Maksimum
I	23,83	23,43	23,43	5,84	25	34,51	4,29	49,50
II	24,24	23,43	24,09	5,65	23	32,22	10,56	47,19
III	24,07	23,60	23,76	4,40	18	19,59	15,51	47,85
IV	22,24	23,1	23,43	5,18	23	27,11	1,32	41,25
X	23,60	23,39	23,68	5,27	22,25	28,36	7,92	46,45

Sjetvena ploča: n=12,  $\varnothing=3.5$  mm, brzina simulacije rada 6 km/h

U Tablici 4 vidljive su postignute srednje vrijednosti razmaka u sjetvi biljaka koje su ostvarene s pločom n= 12 otvora pri brzini simulacije rada od 6 km/h kod četiri mjerenja. Prosječna vrijednost mjerenja iznosila je 23,60 cm.



Grafikon 1. Ostvareni razmaci zrna pri upotrebi sjetvene ploče n=12 otvora  
(Izvor: Milan Vuković, 2022.)

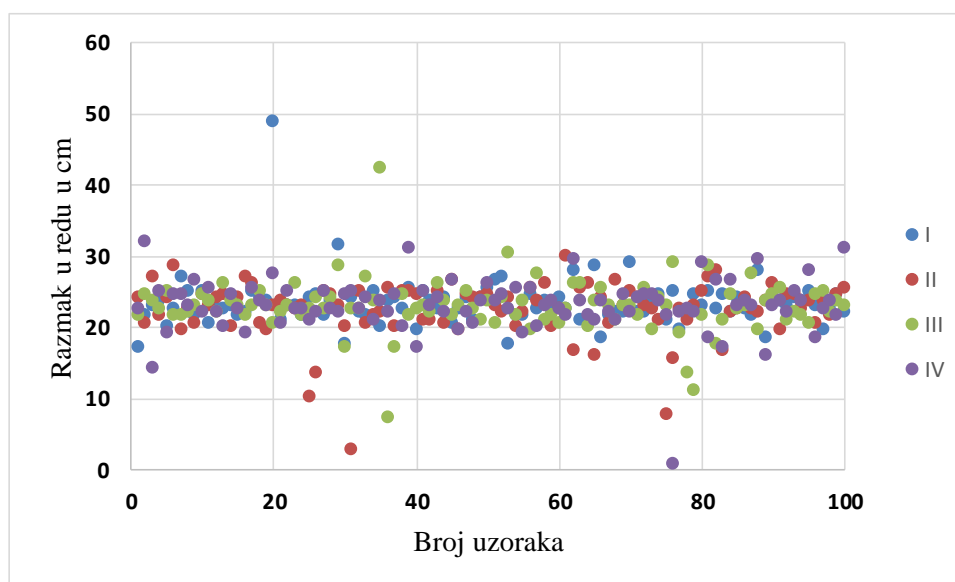
## 4.2. Rezultati mjerenja ostvarenog razmaka korištenjem sjetvene ploče n=18 otvora

Tablica 5. Ostvareni razmaci zrna pri upotrebi sjetvene ploče n=18 otvora

Br. mjerenja	X	Median	Mod	s.d.	K.V.(%)	Varijanca	Minimum	Maksimum
I	23,51	23,27	22,77	3,48	15	12,24	17,33	49,01
II	22,72	23,27	24,26	3,89	17	15,28	2,97	30,20
III	23,11	23,27	23,27	3,73	16	14,07	7,43	42,57
IV	23,22	23,27	22,28	3,70	16	13,82	0,99	32,18
X	23,14	23,27	23,15	3,70	16	13,85	7,18	38,49

Sjetvena ploča:  $n=18$ ,  $\varnothing=3.5$  mm, brzina simulacije rada 6 km/h

Tablica 5 prikazuje rezultate sjetve dobivene upotrebom sjetvene ploče n=18 otvora pri brzini simulacije rada od 6 km/h kod četiri mjerenja. Prosječna vrijednost mjerenja iznosila je 23,14 cm.



Grafikon 2. Ostvareni razmaci zrna pri uporabi sjetvene ploče n=18 otvora  
(Izvor: Milan Vuković, 2022.)

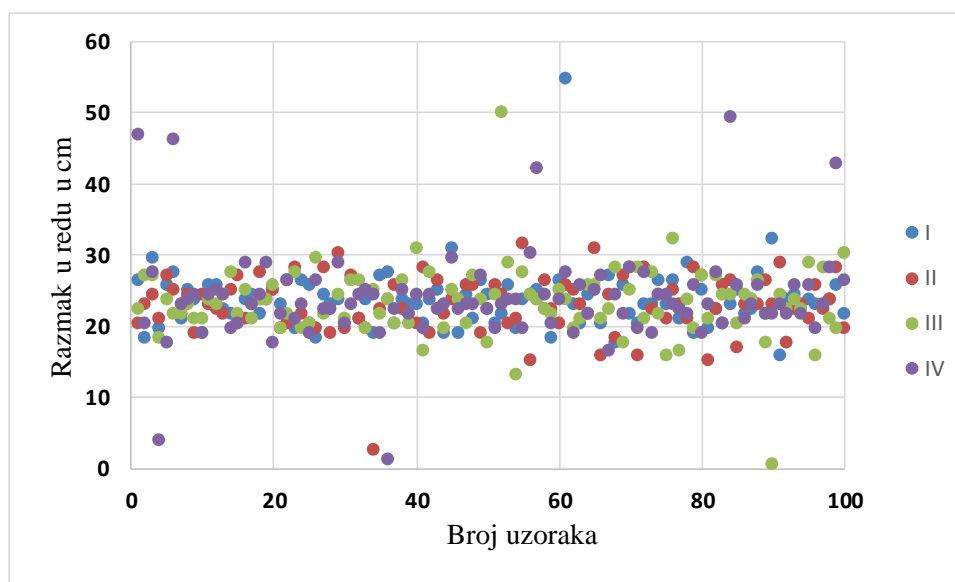
### 4.3. Rezultati mjerenja ostvarenog razmaka korištenjem sjetvene ploče n=24 otvora

Tablica 6. Ostvareni razmaci zrna pri upotrebi sjetvene ploče n=24 otvora

Br. mjerenja	X	Median	Mod	s.d.	K.V.(%)	Varijanca	Minimum	Maksimum
I	23,65	23,43	23,76	4,28	18	18,54	4,28	54,78
II	23,13	23,1	23,1	3,97	17	15,95	2,64	31,68
III	23,38	23,76	23,76	4,97	21	24,99	0,66	50,16
IV	24,08	23,1	23,1	6,40	27	41,48	1,32	49,5
X	23,56	23,35	23,43	4,91	20,75	25,24	2,23	46,53

Sjetvena ploča: n=24, Ø=3.5 mm, brzina simulacije rada 6 km/h

U Tablici 6. prikazani su rezultati mjerenja razmaka pri simulaciji sjetve dobivene upotrebom ploče n=24 otvora po obodu pri brzini simulacije 6 km/h u četiri mjerenja. Prosječna vrijednost mjerenja iznosila je 23,56 cm.



Grafikon 3. Ostvareni razmaci zrna pri upotrebi sjetvene ploče n=24 otvora  
(Izvor: Milan Vuković, 2022.)

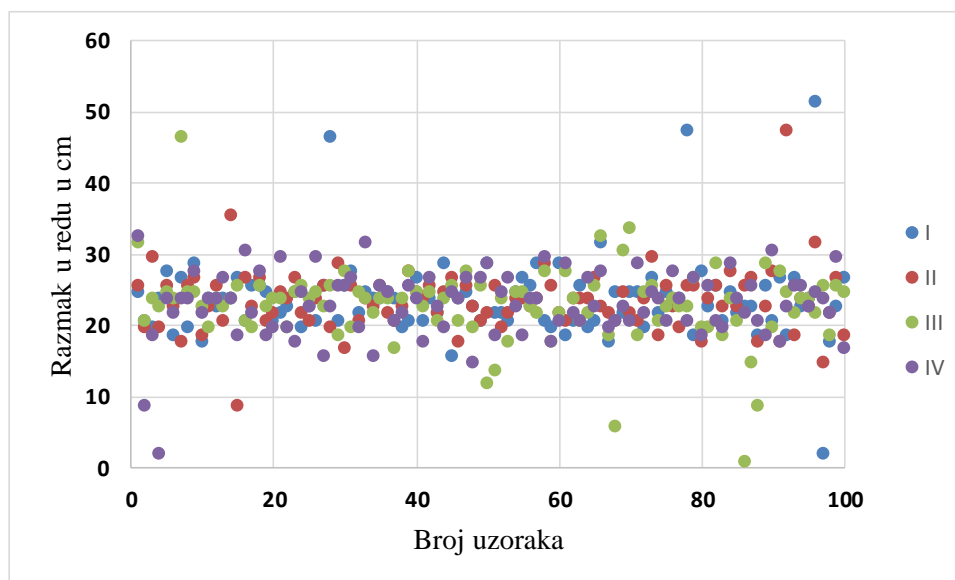
#### 4.4. Rezultati mjerenja ostvarenog razmaka korištenjem sjetvene ploče n=36 otvora

Tablica 7. Ostvareni razmaci zrna pri upotrebi sjetvene ploče n=36 otvora

Br. mjerenja	X	Median	Mod	s.d.	K.V.(%)	Varijanca	Minimum	Maksimum
I	23,80	23,76	20,79	5,69	24	32,69	1,98	51,48
II	23,53	23,76	25,74	4,36	19	19,18	8,91	47,52
III	22,98	23,76	23,76	5,28	23	28,14	0,99	46,53
IV	23,11	23,76	23,76	4,56	20	20,99	1,98	32,67
X	23,36	23,76	23,51	4,97	21,50	25,25	3,47	44,55

Sjetvena ploča: n=36, Ø=3.5 mm, brzina simulacije rada 6 km/h

Tablica 7. prikazuje ostvarene razmake u simulaciji sjetve kukuruza kokičara pri simulaciji brzine rada sijačice od 6 km/h, pri upotrebi sjetvene ploče n=36 otvora. Prosječna vrijednost mjerenja iznosila je 23,36 cm.



Grafikon 4. Ostvareni razmaci zrna pri upotrebi sjetvene ploče n=36 otvora  
(Izvor: Milan Vuković, 2022.)

## 5. RASPRAVA

Ispitivanjem ostvarenih razmaka pomoću aritmetičke sredina kao i drugih statističkih parametara željelo se utvrditi koja je sjetvena ploča s obzirom na broj otvora pogodna za sjetvu kukuruza kokičara pri simulaciji brzine rada sijačice od 6 km/h. Upotrebom sjetvene ploče n=12 otvora ostvaren je prosječni razmak kod sva 4 mjerenja od 23,60 cm uz standardnu devijaciju 5,27 i koeficijent varijacije 22,25 % (Tablica 4.). U prvom mjerenju ostvarena je aritmetička sredina od 23,83 cm, koja je bila veća za 1,76 cm u odnosu na postavljeni teorijski razmak uz standardnu devijaciju 5,84 i koeficijent varijacije od 25 %. Kod drugog ponavljanja kod iste ploče ostvarili smo aritmetički razmak od 24,24 cm, odnosno 2,17 cm više od očekivanog. Pri tome je ostvarena standardna devijacija od 5,65 uz koeficijent varijacije 23 %. Najbliži prosječni razmak teoretskom utvrđen je kod četvrtog mjerenja i iznosio je 22,24 cm ili 0,77 % više od teoretskog razmaka.

Najčešći postignuti razmak između zrna u prvom mjerenju je iznosio 23,43 cm, drugom mjerenju 24,09 cm, trećem mjerenju 23,76 cm i četvrtom mjerenju 23,43 cm. Najmanji ostvareni razmak između biljaka u promatrana četiri mjerenja je 1,32 cm dok je najveći 49,50 cm. Sa sjetvenom pločom pri ovoj brzini simulacije ostvaren je sklop od 60 169 biljaka po hektaru.

Tablica 5. prikazuje rezultate sjetve dobivene upotrebom sjetvene ploče n=18 otvora pri brzini od 6 km/h u četiri mjerenja. Prosječni razmak kod sva četiri mjerenja iznosio je 23,14 cm uz standardnu devijaciju 3,70 i koeficijent varijacije 16 %. U prvom mjerenju ostvarena je aritmetička sredina od 23,51 cm, koja je bila veća za 1,44 cm u odnosu na postavljeni teoretski razmak uz standardnu devijaciju 3,48 i koeficijent varijacije od 15 %. U drugom ponavljanju ostvaren je aritmetički razmak od 22,72 cm uz standardnu devijaciju od 3,89 i koeficijent varijacije od 17 %. Navedeni razmak je veći za 0,65 cm ili 2,95 % u odnosu na teoretski razmak i kao takav je najbliži očekivanom. Kod trećeg ponavljanja zabilježena je aritmetička sredina u iznosu od 23,11 cm, odnosno 1,04 cm više od očekivanog. Standardna devijacija je iznosila 3,73 uz koeficijent varijacije od 16 %. Aritmetička sredina u četvrtom mjerenju je iznosila 23,22 cm, odnosno 1,15 cm više od očekivanog razmaka.

Najmanji razmak između biljaka u prvom mjerenju je iznosio 17,33 cm, drugom mjerenju 2,97 cm, trećem mjerenju 7,43 cm i četvrtom mjerenju 0,99 cm. Najveći ostvareni razmak u četiri mjerenja iznosi 49,01 cm. Najčešći postignuti razmak između zrna u prvom mjerenju

je iznosio 22,77 cm, drugom mjerenju 24,26 cm, trećem mjerenju 23,27 cm i četvrtom mjerenju 22,28 cm. Sa sjetvenom pločom  $n=18$  pri ovoj brzini simulacije ostvaren je sklop od 61 365 biljaka po hektaru.

Upotrebom sjetvene ploče  $n=24$  otvora ostvarena je prosječna aritmetička sredina od 23,56 cm u sva četiri mjerenja, pri simulaciji brzine rada sijačice od 6 km/h (Tablica 6.). U prvom mjerenju ostvarena je aritmetička sredina od 23,65 cm, koja je bila veća za 1,58 cm u odnosu na postavljeni teorijski razmak uz standardnu devijaciju 4,28 i koeficijent varijacije od 18 %. Najbliži prosječni razmak teoretskom ostvaren je kod drugog mjerenja i iznosio je 23,13 cm ili 4,80 % više od postavljenog teoretskog razmaka. Standardna devijacija je iznosila 3,97 uz koeficijent varijacije 17 %. Kod trećeg ponavljanja zabilježena je aritmetička sredina u iznosu od 23,38 cm i standardna devijacija od 4,97 uz koeficijent varijacije od 21 %. Najveće odstupanje aritmetičke sredine od teoretskog razmaka zabilježeno je u četvrtom mjerenju i iznosilo je 24,08 cm, odnosno 2,01 cm više od očekivanog.

Najmanji razmak između biljaka iznosi 0,66 cm a ostvaren je u trećem mjerenju. Najveći postignuti razmak iznosi 54,78 cm i prikazan je u prvom mjerenju. Najčešći postignuti razmak između zrna u prvom i trećem mjerenju je iznosio 23,76 cm, dok je u drugom i četvrtom mjerenju iznosio 23,10 cm. Sa sjetvenom pločom  $n=24$  pri simulaciji brzine rada sijačice od 6 km/h ostvaren je sklop od 60 271 biljaka po hektaru.

Tablica 7. prikazuje ostvarene razmake u simulaciji sjetve kukuruza kokičara pri brzini rada sijačice od 6 km/h, pri upotrebi sjetvene ploče  $n=36$  otvora. Prosječna aritmetička sredina u četiri mjerenja iznosila je 23,36 cm. Kod prvog ponavljanja ostvarena je aritmetička sredina od 23,80 cm uz standardnu devijaciju 5,69 i koeficijent varijacije 24 %. Aritmetička sredina u drugom mjerenju je iznosila 23,53 cm uz standardnu devijaciju 4,36 i koeficijent varijacije od 19 %. Treće mjerenje je zabilježilo razmak najbliži teoretskom razmaku, a on je iznosio 22,98 cm. Navedeni razmak je viši od očekivanog za 0,91 cm, odnosno 4,12 %. Standardna devijacija je iznosila 5,28 uz koeficijent varijacije 23 %. Posljednje, četvrto mjerenje je ostvarilo aritmetičku sredinu od 23,11 cm i standardnu devijaciju od 4,56 uz koeficijent varijacije 20 %.

Najmanji razmak između biljaka u prvom mjerenju je iznosio 1,98 cm, drugom mjerenju 8,91 cm, trećem 0,99 cm i četvrtom 1,98 cm. Najveći postignuti razmak iznosi 51,48 cm i prikazan je u prvom mjerenju. Sa sjetvenom pločom pri ovoj brzini simulacije ostvaren je sklop od 60 787 biljaka po hektaru.

## 6. ZAKLJUČAK

Temeljem provedenog istraživanja mogu se donijeti sljedeći zaključci:

- Upotrebom sjetvene ploče n=12 otvora pri brzini simulacije rada od 6 km/h kod četiri mjerenja ostvaren je prosječni razmak od 23,60 cm. U odnosu na postavljeni teoretski razmak koji je iznosio 22,067 cm, postignuta aritmetička sredina je viša za 1,53cm ili 6,93 %.
- Rezultati sjetve dobiveni upotrebom sjetvene ploče n=18 otvora pri brzini od 6 km/h u četiri mjerenja prikazuju prosječni razmak od 23,14 cm. Navedeni razmak odstupa za 1,07 cm, odnosno 4,84 % je viši od očekivanog.
- Upotrebom sjetvene ploče n=24 otvora ostvarena je prosječna aritmetička sredina od 23,56 cm u sva četiri mjerenja, pri simulaciji brzine rada sijačice od 6 km/h. S obzirom na postavljeni teoretski razmak, razmak ostvaren ovom pločom je 1,49 cm viši, odnosno 6,75 %.
- Upotrebom sjetvene ploče n=36 otvora pri brzini simulacije rada od 6 km/h kod četiri mjerenja ostvaren je prosječni razmak od 23,36 cm. Navedena prosječna aritmetička sredina predstavlja odstupanje od očekivanog razmaka za 1,29 cm, odnosno 5,84 %.

Provedenom simulacijom sjetve kukuruza kokičara na ispitnom stolu može se zaključiti da je upotreba sjetvene ploče n=18 otvora bila najuspješnija, odnosno upotrebom ove ploče ostvareno je najmanje odstupanje od teoretskog razmaka. Pri ovoj brzini simulacije ostvaren je sklop od 61365 biljaka po hektaru. Najveće odstupanje ostvareno je upotrebom sjetvene ploče n=12 otvora.



## 7. POPIS LITERATURE

1. Aykas, E., Komekci, C. & Kömekçi, F. (2016) Seeding Performance of a Vacuum Type Precision Metering Unit Depend on Peripheral Speed of Vacuum Plate. In: 8th International Symposium on Machinery and Mechatronics for Agriculture and Biosystems Engineering (ISMAB), Niigata, Japan, 15-24. Dostupno na: <https://elibrary.asabe.org/abstract.asp?aid=46927>
2. Banaj, A., Banaj, Đ., Petrović, D., Knežević, D., & Tadić, V. (2018). Utjecaj sustava sjetve na prinos zrna kukuruza. *Agronomski glasnik*, 80(1), 35-48. <https://doi.org/10.33128/ag.80.1.3>
3. Berus, P. (2010). Vpliv hitrosti setve na točnost odlaganja semena pri pnevmatski podtlačni sejalnici za koruzo (Doctoral dissertation, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta), pp. 70.
4. Horvat, J., Mijoč, J. (2014): Osnove statistike. Zagreb: Ljevak
5. Kovačević, V., Rastija, M. (2014): Žitarice. Osijek: Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku Poljoprivredni fakultet
6. Popcorn Production and Marketing. 1985. K. E. Ziegler, R. B. Ashman, G. M. White, and D. S. Wysong. National Corn Handbook, NCH-5, Purdue University, West Lafayette, Indiana.
7. Popcorn. 1987. L. W. Rooney and S. O. Serna-Saldivar, in Corn: Chemistry and Technology, Edited by S. A. Watson and P. E. Ramsted, American Association of Cereal Chemists. p. 420-421
8. Singh, R.C., Singh, G., Saraswa, D.C. (2005) Optimisation of Design and Operational Parameters of a Pneumatic Seed Metering Device for Planting Cottonseeds. *Biosystems Engineering*, 92 (4), 429 – 438. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2005.07.002>
9. Vitas, N., Bilandžić, M. (1990) Ispitivanje sijačice PSK-OLT na probnom stolu pomoću osobnog računala. *Primjena kompjutora u poljoprivredi–Osijek 1990.*, 84-88.
10. Yazgi, A., Değirmencioğlu, A. (2014) Measurement of seed spacing uniformity performance of a precision metering unit as function of the number of holes on vacuum plate. *Original Research Article Measurement*, 56, 128 -135. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2014.06.026>
11. Yazgi, A., Değirmencioğlu, A. (2016) Development of Prediction Functions for a Maximized Precision Seeding Performance Based on Optimized Variables. *Journal of*

Agriculture Faculty of Ege University, 53 (2), 179-187. DOI:  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.389108>

12. Zimmer, R., Banaj, Đ., Brkić, D., Košutić, S. (1997.): Mehanizacija u ratarstvu, Poljoprivredni fakultet, 1997., Osijek.

Internet:

1. Agroglas:  
<http://www.agroglas.hr/> (15.07.2022.)
2. Agroklub: Kukuruz kokičar  
<https://www.agroklub.com/sortna-lista/zitarice/kukuruz-kokicar-186/> (15.07.2022.)
3. Carolina Knowledge Center  
<https://www.carolina.com/teacher-resources/Interactive/the-science-of-popcorn/tr23952.tr> (01.07.2022.)
4. Državni zavod za statistiku:  
[https://www.dzs.hr/Hrv\\_Eng/ljetopis/2017/sljh2017.pdf](https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/ljetopis/2017/sljh2017.pdf) (10.07.2022.)
5. Narodne novine  
[https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019\\_03\\_22\\_452.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_03_22_452.html) (15.07.2022.)
6. OLT  
<https://olt.hr/> (21.07.2022.)
7. Vrtlatica:  
<https://www.vrtlarica.hr/sadnja-uzgoj-kukuruza-kokicara/> (01.07.2022.)

## 8. SAŽETAK

U radu je provedeno ispitivanje ostvarenih razmaka pomoću aritmetičke sredine i drugih statističkih parametara kojima se željelo utvrditi koja je sjetvena ploča najpogodnija za sjetvu kukuruza kokičara pri brzini rada sijačice od 6 km/h. U simulaciji je korištena pneumatska sijačica PSK4 i Hibrid OSSK504 PC koji ima srednje krupno zrno. Upotrebom različitih sjetvenih ploča u sva četiri mjerenja ostvarena su odstupanja u prosječnim razmacima koja su viša od teoretskog razmaka. Najbliži prosječni razmak teoretskom utvrđen je kod upotrebe sjetvene ploče n=18 otvora i iznosio je 23,14 cm, odnosno 4,84 % više od očekivanog. Sjetva kukuruza kokičara se ne razlikuje puno od sjetve standardnog kukuruza, ali treba obratiti pozornost na adekvatnu pripremu i podešavanje sijačice. Datum sjetve, sorta i vremenski uvjeti su preduvjet za dobar urod, kao i dobro pripremljen sjetveni sloj.

Ključne riječi: kukuruz kokičar, sijačica, sjetvena ploča

## 9. SUMMARY

In the paper, the test of the achieved distances was carried out using the arithmetic mean and other statistical parameters, with the aim of determining which sowing plate is the most suitable for sowing popcorn corn at the seeder's operating speed of 6 km/h. The PSK4 pneumatic seed drill and the OSSK504 PC hybrid, which has medium-coarse grain, were used in the simulation. By using different seeding plates in all four measurements, deviations in the average distances were realized, which are higher than the theoretical distance. The closest average distance to the theoretical one was determined when using a sowing plate with  $n=18$  openings and was 23,14 cm, apropos 4.84 % more than expected. Sowing popcorn corn does not differ much from sowing standard corn, but attention should be paid to adequate preparation and adjustment of the seeder. Sowing date, variety and weather conditions are prerequisites for a good harvest, as well as a well-prepared seed layer.

Key words: popcorn, seeder, sowing plate

## 10. POPIS TABLICA

Tablica br.	Naziv tablice	Str.
1.	Požnjevena površina, prinos i proizvodnja kukuruza u Hrvatskoj	1.
2.	Tehnički podaci PSK4 sijačice	18.
3.	Tehnički parametri korišteni u ispitivanju	21.
4.	Ostvareni razmaci zrna pri upotrebi sjetvene ploče n=12 otvora	22.
5.	Ostvareni razmaci zrna pri upotrebi sjetvene ploče n=18 otvora	23.
6.	Ostvareni razmaci zrna pri upotrebi sjetvene ploče n=24 otvora	24.
7.	Ostvareni razmaci zrna pri upotrebi sjetvene ploče n=36 otvora	25.

## 11. POPIS SLIKA

Slika br.	Naziv slike	Str.
1.	Vrste kukuruza	5.
2.	Podvrste kukuruza	7.
3.	Dijelovi biljke kukuruza kokičara	7.
4.	Građa zrna kukuruza kokičara	8.
5.	Mjere zaštite kokičara od korova	12.
6.	Klip kukuruza kokičara	15.
7.	Hibrid OSSK504 PC	16.
8.	Pneumatska sijačica PSK4	17.
9.	Sjetveni aparat PSK4 sijačice	19.
10.	PSK4 sijačica na ispitnom stolu	20.

## 12. POPIS GRAFIKONA

Grafikon br.	Naziv grafikona	Str.
1.	Ostvareni razmaci zrna pri upotrebi sjetvene ploče n=12 otvora	22.
2.	Ostvareni razmaci zrna pri uporabi sjetvene ploče n=18 otvora	23.
3.	Ostvareni razmaci zrna pri upotrebi sjetvene ploče n=24 otvora	24.
4.	Ostvareni razmaci zrna pri upotrebi sjetvene ploče n=36 otvora	25.

**TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**  
**Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku**  
**Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**  
**Diplomski rad**  
**Sveučilišni diplomski studij, smjer Bilinogojstvo, Biljna proizvodnja**

Utjecaj obodne brzine sjetvene ploče na razmak zrna u sjetvi kukuruza kokičara  
Milan Vuković

**Sažetak:**

U radu je provedeno ispitivanje ostvarenih razmaka pomoću aritmetičke sredine i drugih statističkih parametara kojima se željelo utvrditi koja je sjetvena ploča najpogodnija za sjetvu kukuruza kokičara pri brzini rada sijačice od 6 km/h. U simulaciji je korištena pneumatska sijačica PSK4 i Hibrid OSSK504 PC koji ima srednje krupno zrno. Upotrebom različitih sjetvenih ploča u sva četiri mjerenja ostvarena su odstupanja u prosječnim razmacima koja su viša od teoretskog razmaka. Najbliži prosječni razmak teoretskom utvrđen je kod upotrebe sjetvene ploče  $n=18$  otvora i iznosio je 23,14 cm, odnosno 4,84 % više od očekivanog. Sjetva kukuruza kokičara se ne razlikuje puno od sjetve standardnog kukuruza, ali treba obratiti pozornost na adekvatnu pripremu i podešavanje sijačice. Datum sjetve, sorta i vremenski uvjeti su preduvjet za dobar urod, kao i dobro pripremljen sjetveni sloj.

**Rad je izrađen pri:** Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Mentor:** dr. sc. Anamarija Banaj

**Broj stranica:** 36

**Broj grafikona i slika:** 14

**Broj tablica:** 7

**Broj literaturnih navoda:** 19

**Broj priloga:** 0

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** kukuruz kokičar, sijačica, sjetvena ploča

**Datum obrane:**

**Stručno provjerenstvo:**

1. prof. dr. sc. Đuro Banaj, predsjednik
2. dr. sc. Anamarija Banaj, mentor
3. prof. dr. sc. Bojan Stipešević, član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1.



**BASIC DOCUMENTATION CARD**  
**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**  
**Graduate thesis**  
**Faculty of agrobiotechnical sciences Osijek**  
**University Graduate Studies, Herbalism, Plant production**

The influence of the peripheral speed of the sowing plate on the grain spacing in the sowing of popcorn corn  
Milan Vuković

**Abstract:**

In the paper, the test of the achieved distances was carried out using the arithmetic mean and other statistical parameters, with the aim of determining which sowing plate is the most suitable for sowing popcorn corn at the seeder's operating speed of 6 km/h. The PSK4 pneumatic seed drill and the OSSK504 PC hybrid, which has medium-coarse grain, were used in the simulation. By using different seeding plates in all four measurements, deviations in the average distances were realized, which are higher than the theoretical distance. The closest average distance to the theoretical one was determined when using a sowing plate with  $n=18$  openings and was 23,14 cm, apropos 4.84 % more than expected. Sowing popcorn corn does not differ much from sowing standard corn, but attention should be paid to adequate preparation and adjustment of the seeder. Sowing date, variety and weather conditions are prerequisites for a good harvest, as well as a well-prepared seed layer.

**Thesis performed at:** Faculty of Agriculture in Osijek

**Mentor:** dr. sc. Anamarija Banaj

**Number of pages:** 36

**Number of figures:** 14

**Number of tables:** 7

**Number of references:** 19

**Number of appendices:** 0

**Original in:** Croatian

**Key words:** popcorn, seeder, sowing plate

**Thesis defended on date:**

**Reviewers:**

1. prof. dr. sc. Đuro Banaj, president
2. dr. sc. Anamarija Banaj, mentor
3. prof. dr. sc. Bojan Stipešević, member

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1.