

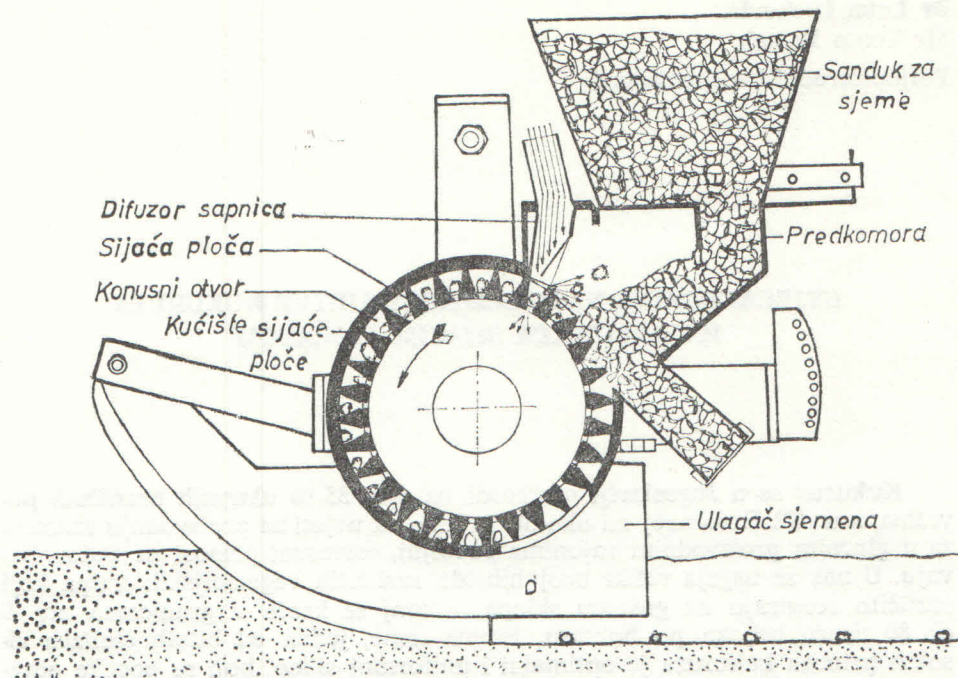
Dr Luka Lacković,  
Mr Tomo Beštak

Poljoprivredni fakultet Zagreb

## UTJECAJ BRZINE NA PRECIZNOST SJETVE KUKURUZA PNEUMATSKIM SIJACIM APARATOM

Kukuruz se u Jugoslaviji proizvodi na oko 33 % ukupnih oraničnih površina, a u SR Hrvatskoj na oko 30 %. Iako su uvjeti za proizvodnju kukuruza u glavnim proizvodnim rajonima povoljni, ostvareni prinosi ne zadovoljavaju. U nas se uzgaja veliki broj hibrida različitih vegetacijskih grupa koji različito reagiraju na gustoću sklopa, a ovaj se kreće u granicama od 40 do 80 tisuća biljaka po hektaru. Prema tome, jedan od bitnih čimilaca visokih prinosa kukuruza je optimalni i uniformni sklop, koji se postiže određenom tehnikom sjetve. Dobra kukuruzna sijačica mora polagati zrna u redu precizno u širokim granicama razmaka. Sijaći aparat klasičnih kukuruznih sijačica ima ploče s okruglim, ovalnim, odnosno pačtvorinastim rupama. Precizna sjetva postiže se ovim sijaćim aparatom, samo ako se rupe na sijaćoj ploči dobro popunjavaju sjemenom. Zato je nužna kalibracija sjemena u veći broj frakcija, kako bi se uskladile dimenzije i oblik zrna s dimenzijama rupa na sijaćoj ploči. Osim toga dobro popunjavanje rupa sjemenom postiže se kod određene veličine obrade brzine sijaće ploče, a koja kod sijaćih aparata s okruglim rupama iznosi oko 0,25 m/s, a kod aparata s ovalnim rupama i do 0,50 m/s. Naime, od veličine obodne brzine sijaće ploče ovisi brzina sisanja, tj. što je veća obodna brzina sijaće ploče moguća je i veća brzina rada.

Usavršavanjem sijaćeg aparata nastojalo se izbjeći kalibriranje sjemena na veliki broj frakcija te povećati brzinu sisanja, a putem toga i produktivnost rada sjetvenog agregata. Kao jedno od rješenja pojavio se sijaći aparat s prstima na okomito postavljenoj sijaćoj ploči koji zahvaćaju u pravilu po jedno zrno i ubacuju ga u odgovarajući kanal. Međutim i ovaj sistem kod većih obodnih brzina i okruglog zrna ima manju preciznost odlaganja zrna u redu, jer se dešava da skidač suvišnih zrna ponekad skine sva, pa se pojavljuju prazna mjesta u redu, ili ne skine suvišna zrna, pa na jednom mjestu bude posijano više zrna. U nastojanju da se postigne veća preciznost sjetve s nekalibriranim sjemenom uz istovremeno povećanje brzine rada, konstruirani su sijaći aparati pneumatskog principa. Jedan od takvih sijaćih aparata ima i kukuruzna sijačica »Aeromat-Becker«, koji je bio predmet ovih ispitivanja.



*Sijaći aparat pneumatskog principa  
»AEROMAT-BECKER«*

Vertikalna ploča sijaćeg aparata ima po obodu radijalno razmještene stožaste rupe, koje se sužavaju prema središtu ploče i završavaju malim otvorom za zrak. Sjeme slobodno pada iz sanduka u komoru, a iz ove u stožaste rupe. U svaku rupu se smjesti 3 — 5 zrna. Turbina pogonjena kordanskim vratilom, preko P. V. traktora stvara prettlak od 800 mm SV, a spojena je s difuzorom plastičnom cijevi. Difuzor ubrzava struju zraka i usmjerava je na zrna u stožastoj rupi. Struja zraka podiže zrna u rupi i vraća ih natrag u komoru, osim jednog koje se smjestilo na dnu rupe. Zrno na dnu rupe nije pod direktnim utjecajem struje zraka iz difuzora, a osim toga na njega djeluje dio zračne struje iz difuzora, koji prolazi kroz otvor na dnu rupe, pa time još više pritiskuje zrno u radijalnom smjeru. Okretanjem sijaće ploče zrno nailazi na izbacivač, koji podiže zrno iz dna konusne rupe. Na najnižem dijelu kućišta sijaćeg aparata nalazi se otvor kroz koji zrno gravitacijom pada u brazdicu napravljenu ulagačem sjemena.



## PREGLED LITERATURE

Problem preciznosti odlaganja zrna u sjetvi kukuruza, s gledišta optimalnog vegetacijskog prostora po jednoj biljci, kao faktora prinosa, još je uvijek aktualan u istraživanju kako domaćih tako i inozemnih autora. Utjecaj brzine rada na preciznost odlaganja zrna, također je izučavan od više autora. Želja za većom produktivnošću pored ostalog uvjetuje i veće brzine rada, koje ali zavise od sistema sijaaćih aparata, ako se želi i kod povećanih brzina ostvariti zadovoljavajuća preciznost sjetve. Osim toga, zahtjev za većim brzinama ima opravdanje i u činjenici da poljoprivredna praksa danas raspolaže s traktorima daleko većih instaliranih snaga motora, koji se u sjetvi mogu racionalnije iskoristiti kombinacijom radnog zahvata brzine rada.

GOTLIN (3) ističe da se u proizvodnoj praksi vrlo često postiže određen broj biljaka po jedinici površine, međutim dobiveni prirodni nisu u skladu s brojem biljaka po hektaru. Gotovo u većini slučajeva ti su prirodni niži od stvarnih mogućnosti obzirom na proizvodnju zrna po jednoj biljci. Uzrok takvoj pojavi valja tražiti u nejednoličnom rasporedu biljaka unutar predviđenog vegetacijskog prostora. Najčešća je pojava da se na jednom arealu nađe znatno veći broj biljaka, nego što je planirano obzirom na optimalni vegetacijski prostor. Gustoća sklopa na tim mjestima je gotovo za 50 — 80 % veća u odnosu na predviđeni sklop. To dovodi do znatnog opadanja proizvodnje po biljci, a pojavljuje se i veći postotak jalovih biljaka. S druge strane, na mjestima gdje je sklop manji od planiranog postiže se povećana produkcija zrna po biljci, ali ona ne može kompenzirati smanjenu produkciju biljaka na mjestima gdje je vegetacijski prostor znatno smanjen. Rezultat je smanjenje prirodna u odnosu na prirod koji bi se mogao dobiti kod optimalnog i uniformnog sklopa.

TODORIĆ (7) navodi da sijaaćice s pločama u kojima su izbušene okrugle rupe pri obodu, ne mogu udovoljiti preciznom polaganju zrna većim brzinama od 4 do 5 kg/h, bez obzira na vrstu i pripremu sjemena. Tome je razlog otežano popunjavanje okruglih rupa sjemenom. Sijaaćice s pločama koje imaju ovalne ili pačetvorinaste rupe na obodu omogućavaju preciznu sjetvu zrnom nego okrugle rupe, pa je moguća veća obodna brzina ovih ploča. Usklađivanje dimenzija rupa s dimenzijama zrna je lakše, nego kod okruglih rupa, pa je potreban manji broj frakcija pri kalibriranju sjemena, a isto tako i manji broj ploča s različitim dimenzijama rupa za sjetvu različitih hibrida. Sijaaćice s prstima na okomito postavljenoj sijaaćoj ploči omogućavaju preciznu sjetvu pri brzini kretanja i preko 10 km/h, ali kada se sije zrno plosnatog oblika a ne okruglog ili valjčastog oblika. Povećanjem brzine kretanja i kod ovog sistema sijaaćih aparata, smanjuje se preciznost sjetve, ali ne u tolikoj mjeri kao što je slučaj s prva dva sistema. Pneumatske sijaaćice su vrlo interesantne, jer posjeduju sve one prednosti koje imaju sijaaćice s prstima, s time da nisu osjetljive ni na oblik zrna. To znači, da se takvom sijaaćicom može sijati nekalibrirano sjeme. Rezultati ispitivanja govore da se precizna sjetva ovim sistemom može postići i brzinama kretanja od 8 do 9 km/h. Može se očekivati da će se pneumatske sijaaćice u budućnosti još više usavršavati i postati zamjena svim dosadašnjim sistemima sijaaćica.



KECKIN (4) navodi da će kukuruzna sijačica u redomičnoj sjetvi kukuruza osigurati ravnomjieran raspored zrna u redu ako odstupanja od teoretskog intervala nisu veća od  $\pm 30\%$ . Oštećenja zrna sijačim aparatom toleriraju se u granicama do  $1,5\%$ .

SIDORENKO i SMIRNOV (6) ističu da klasična izvedba sijačih aparata s rupama na sijačkoj ploči ne osigurava kvalitetnu sjetvu ako se obodna brzina sijače ploče poveća preko  $0,28 - 0,35$  m/s. Povećavanjem brzine kretanja agregata, a shodno tome i obodne brzine sijače ploče, preciznost sjetve se naglo pogoršava.

BASIN (1) smatra, da je pravilan smještaj zrna i popunjavanje svake rupe na sijačkoj ploči bitan činilac preciznosti sjetve. Popunjavanje rupa zrnom on je rascłanio na tri faze, koje slijede jedna iza druge. Prva faza je dolazak zrna do rupe sijače ploče i druga faza je ulaženje zrna u rupu, a treća faza je smještaj zrna u rupu. Odvijanje svake faze uvjetovano je nizom faktora kao: razlikama u dimenziji rupa i zrna, veličinom obodne brzine sijače ploče, težinom zrna te ostalim faktorima koji svi zajedno utječu na preciznost sjetve.

FRIZEN (2) iznosi rezultate komparativnih ispitivanja kukuruznih sijačica s mehaničkim i pneumatskim sijačim aparatom. Za ocjenu kvalitete rada primijenjen je slijedeći kriterij. Razmak zrna u redu ispod  $0,5$  traženog razmaka označen je kao »dvostruki« a iznad  $1,5$  kao »manjkajući«. Zadovoljavajućim razmakom smatra se onaj, koji se nalazi u intervalu  $0,5$  do  $1,5$  traženog razmaka. Na osnovu rezultata ispitivanja i ovih kriterija može se zaključiti da je granica upotrebe sijačica s mehaničkim sijačim aparatom kod brzine od  $4$  do  $6$  km/h. Sijačice s mehaničkim sijačim aparatom traže kalibrirano sjeme, a rade preciznije što je visina padanja sjemena od lomca do zemlje manja. Pneumatske sijačice rade preciznije kod većih brzina u odnosu na klasične i ne traže kalibrirano sjeme.

## METODIKA ISPITIVANJA

Ispitivanja su provedena u laboratorijskim i eksploatacijskim uvjetima s različitim hibridima i brzinama sjetve. Cilj ovih ispitivanja je bio: utvrditi utjecaj brzine sisanja, te oblika i dimenzija zrna na preciznost odlaganja zrna u redu. Laboratorijska ispitivanja su obavljena na pokusnoj parceli Zavoda s tri hibrida kukuruza: A—210, BcSK—5A i Bc 68 22, te sa sjemenom tih triju hibrida koja je poslužila kao zamjena za sjeme različitog oblika i dimenzija. Sjetva je obavljena brzinom  $6, 9, 12$  i  $15$  km/h. Odabrani hibridi su karakteristični obzirom na sklop biljaka, tj. hibrid A—210 je sisan na teoretski razmak zrna u redu od  $18$  cm, BcSK—5A na  $23,2$  cm i Bc 6822 na  $35,8$  cm, što uz razmak redova od  $70$  cm osigurava  $80.600, 61.700$  i  $39.800$  zrna po  $1$  ha. Preciznost odlaganja zrna u redu utvrđena je mjerenjem razmaka zrna neposredno nakon sjetve, a kako je tlo za sjetvu pripremljeno na način uobičajen u širokoj proizvodnoj praksi, rezultati ovakvog mjerenja

predstavljaju stvarne uvjete u trenutku sjetve. Ispitivanja u uvjetima redovne eksploatacije provedena su na tri lokaliteta i to: Velika Gorica, Bjelovar i Ivanić-Grad a sijani su hibridi OPH—218 i BcSK—5A, brzinom 10, 12 i 15 km/h. Teoretski razmak zrna u redu bio je 21 cm a razmak redova 70 cm, tj. broj izbačenih zrna po 1 ha iznosio je 68.000. Preciznost sjetve u eksploatacijskim uvjetima utvrđena je mjerenjem razmaka biljaka u fazi petog lista. Za sve ispitivane hibride određene su dimenzije zrna i apsolutna težina.

Rezultati preciznosti odlaganja zrna u redu obrađeni su tako, da su razmaci zrna, grupirani u varijacioni red od po 5 cm, preračunati u postotni raspored zrna po grupama razmaka od 5 cm. Dozvoljena granica odstupanja od teoretskog razmaka zrna u redu utvrđena je na taj način, da su zrna u redu grupirana u razmake koji su jednaki: 0,5, 0,5 — 1,5, 1,5 — 2,5 i > 2,5 od teoretskog razmaka. Grupa koja uključuje 0,5 — 1,5 teoretskog razmaka zrna u redu smatra se dozvoljenom granicom odstupanja.

## REZULTATI ISPITIVANJA

### a) Karakteristike sjemena

Karakteristike sjemena korištenog u laboratorijskim i eksploatacionim ispitivanjima prikazane su u slijedećoj tabeli:

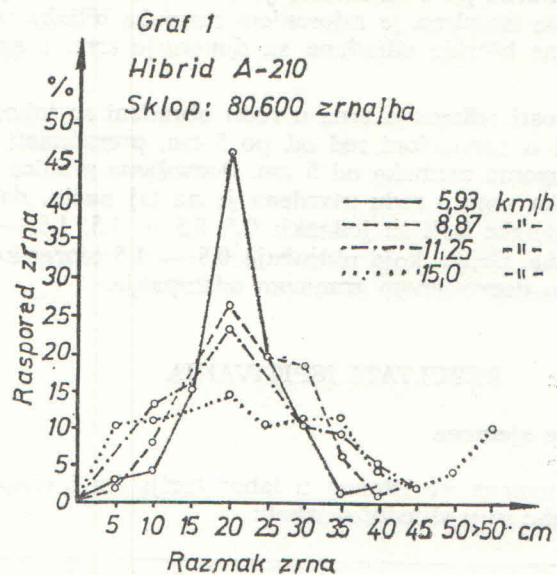
Hibrid	Dimenzije zrna ispitivanih hibrida u mm									Težina 1000 zrna g
	Duljina			Širina			Debljina			
	Od	do	prosjeck	od	do	prosjeck	od	do	prosjeck	
A—210	8,1	9,9	9,1	7,5	11,0	9,3	3,7	7,3	5,3	336,8
BcSK—5A	8,3	10,0	9,1	6,1	7,9	7,2	4,3	6,9	5,1	253,0
Bc 6822	8,4	9,0	9,0	5,4	7,9	7,0	3,5	6,9	4,9	203,0
OPHSK-218	9,1	11,2	10,3	7,4	9,3	8,3	6,3	8,5	7,6	273,2
BcSK—5A	9,3	11,1	9,9	7,5	9,6	8,9	4,5	6,5	6,1	258,0

Prema dimenzijama, zrna hibrida: A—210, Bc SK—5A, Bc 6822, te Bc SK—5A druga frakcija, su kratka plosnata, a zrna hibrida OPHSK—218 su okrugla. Razlike u dimenzijama zrna između hibrida kojima su vršena laboratorijska ispitivanja, su malene, dok su kod hibrida Bc SK—5A, druga frakcija, nešto veće.

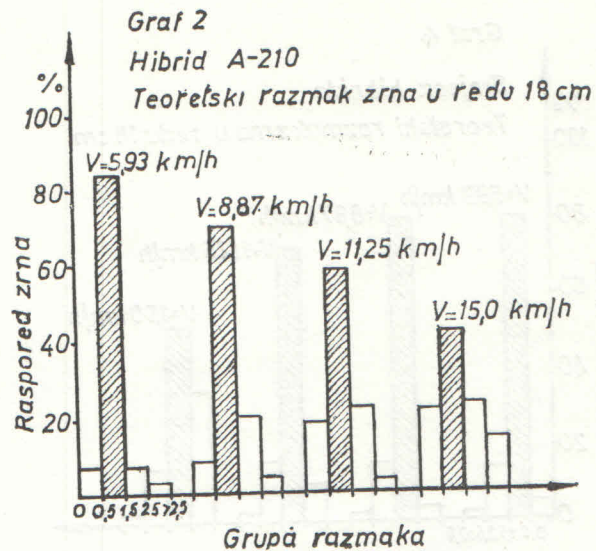
### b) Preciznost odlaganja zrna u redu

Hibrid A—210 sijan je na teoretski razmak zrna u redu 18 cm, što uz razmak redova od 70 cm iznosi 80 600 zrna/ha. Utjecaj brzine na preciznost odlaganja zrna u redu prikazuje graf. 1.

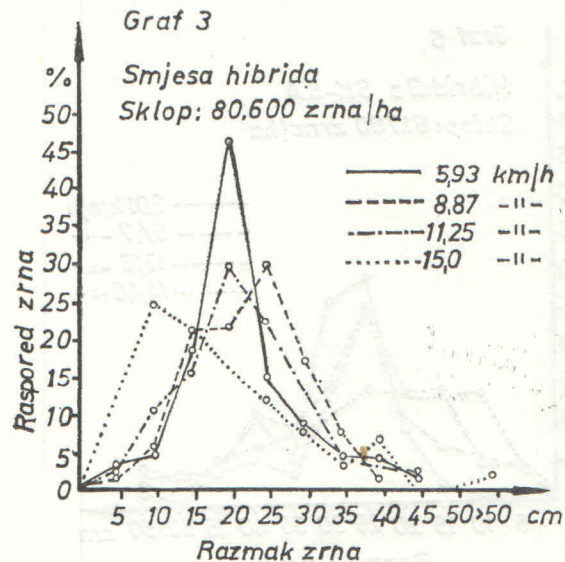


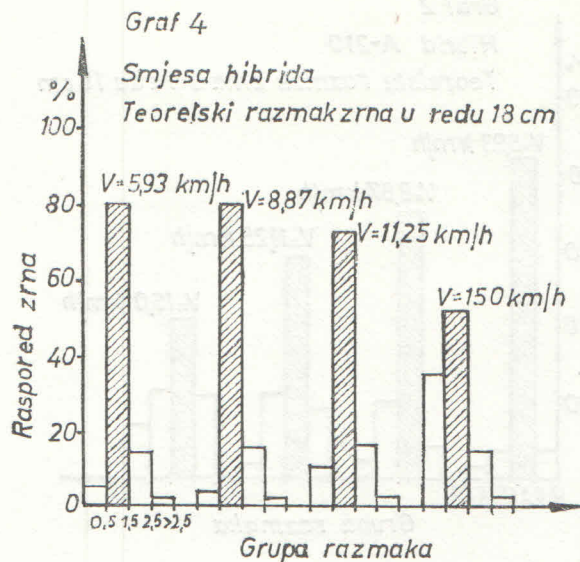


Na apocisi je prikazan razmak zrna u redu u intervalima od po 5 cm, a na ordinati postotni raspored zrna. Povećanjem brzine rada od 5,93 km/ha na 8,87 km/ha preciznost odlaganja zrna se smanjuje, a daljnjim povećavanjem brzine iznad 9 km/h preciznost sjetve naglo opada. Ako utjecaj brzine na preciznost sjetve za isti hibrid prikažemo po grupama razmaka (graf. 2), onda vidimo, da u tolerantnom intervalu (od 0,5 — 1,5 teoretskog razmaka) kod brzine 5,93 km/ha sijačica odlaže 84 % zrna, kod brzine 8,87 km/ha 70 %; kod brzine 11,25 km/h 59 % i kod brzine 15,00 km/h 42 % zrna. Očito, da se povećanjem brzine smanjuje postotak zrna koja se nalaze u tolerantnom intervalu, a povećava se postotak zrna u intervalu do 0,5 i preko 1,5 teoretskog razmaka, tj. povećava se broj dvostrukih zrna, a još više broj praznih mjesta.



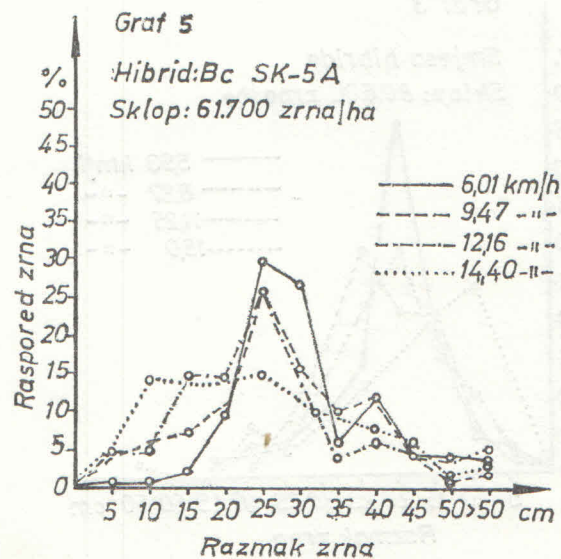
Utjecaj brzine sjetve na preciznost odlaganja zrna u redu smjese hibrida (A-210-33,3%, BcSK-5A-33,3% i Bc6822-33,3%) prikazan je na grafikonima 3 i 4.



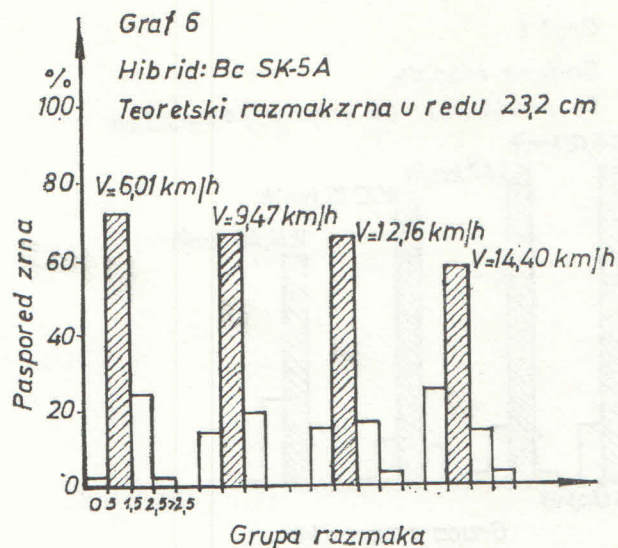


Usporedimo li postotni raspored zrna smjese hibrida različitih dimenzija zrna s postotnim rasporedom zrna hibrida A—210 čije je sjeme kalibrirano, vidimo da nema većih razlika u preciznosti odlaganja zrna u pojedinim brzinama.

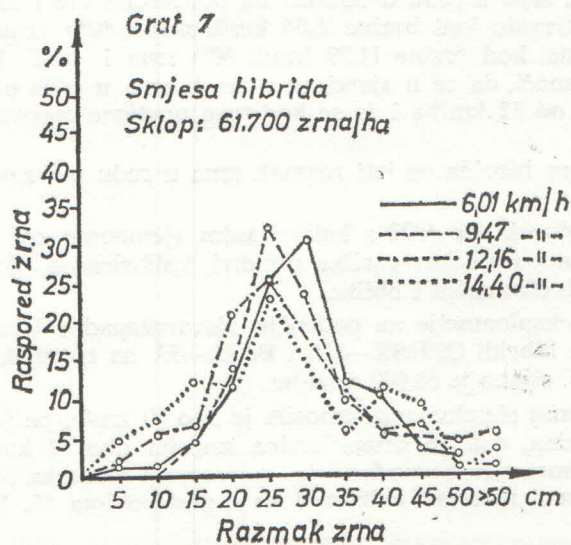
Hibrid BcSK—5A sijan je na teoretski razmak zrna u redu od 23,2 cm, tj. sijano je 61.700 zrna/ha. Dobiveni rezultati prikazani su na grafikonima 5 i 6.

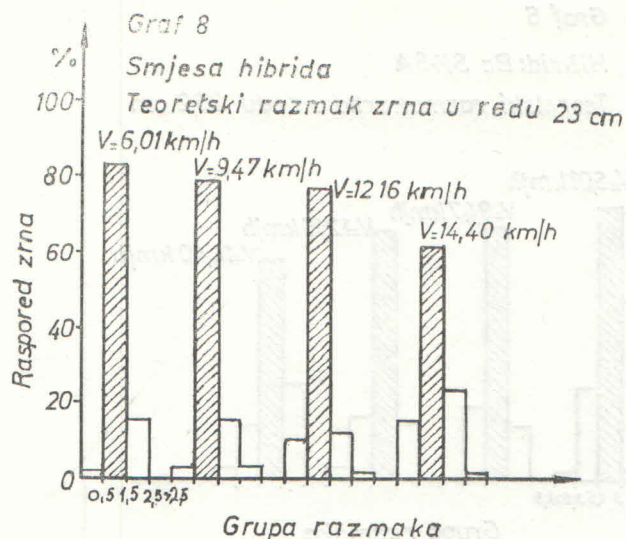






Vidimo, da je i ovdje negativni utjecaj brzine sijanja na preciznosti odlaganja zrna u redu prisutan. Kod brzine 6,01 km/h u grupi 0,5—1,5 teoretskoo razmaka nalazi se 72% zrna, kod brzine 9,47 km/h nalazi se 69% zrna, kod brzine 12,16 km/h nalazi se 67% zrna i kod brzine 14,40 km/h nalazi se 58% zrna. Prema tome, uz navedeni razmak zrna u redu i zadovoljavajuću preciznost sjetve gornja granica brzine iznosi 10 km/h. Rezultati sjetve smjese hibrida prikazani su grafikonima 7 i 8.





Ako usporedimo ove rezultate s rezultatima, koji su dobiveni u sjetvi hibrida BcSK—5A čije je sjeme kalibrirano, vidimo da je uz ostale nepromijenjene uvjete sa smjesom postignuta čak i nešto bolja preciznost sjetve. Ovo samo potvrđuje činjenicu da oblik i dimenzije zrna nemaju utjecaja na preciznost sjetve kod ispitivanja tipa sijaćeg aparata.

Hibrid Bc 6822 sijan je na najveći razmak zrna u redu od 35,8 cm, tj. sijano je 39800 zrna/ha.

Dobiveni rezultati prikazani su grafikonima 9 i 10.

Iz grafikona je vidljivo da brzina rada ima manji utjecaj na preciznost sjetve kod većeg razmaka zrna u redu u odnosu na prethodne (18 i 23 cm), jer se u tolerantnom intervalu kod brzine 6,04 km/h nalazi 96% zrna, kod brzine 9,24 km/h 94% zrna, kod brzine 11,99 km/h 90% zrna i kod brzine 12,84 km/h 80% zrna. To znači, da se u sjetvi na razmak zrna u redu od 35,8 cm može sijati i brzinom od 12 km/ha i da se kod toga postigne zadovoljavajuća preciznost sjetve.

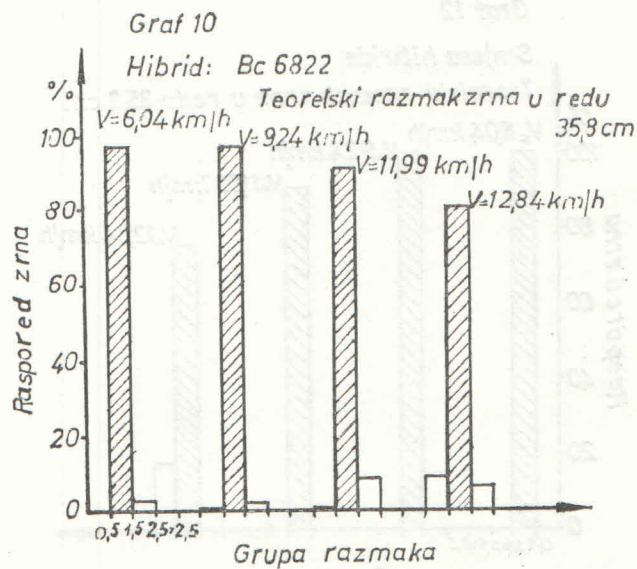
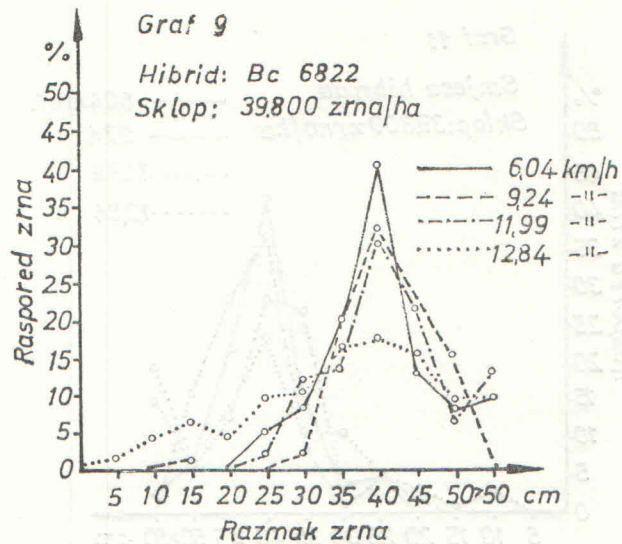
Rezultati sjetve smjese hibrida na isti razmak zrna u redu prikazani su grafikonima 11 i 12.

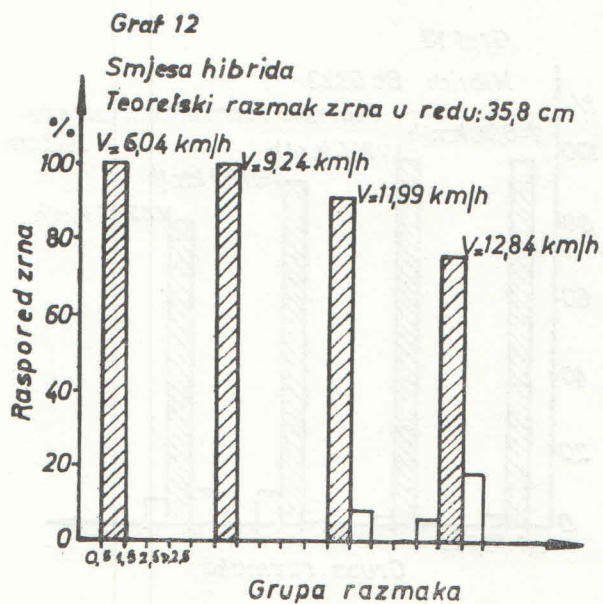
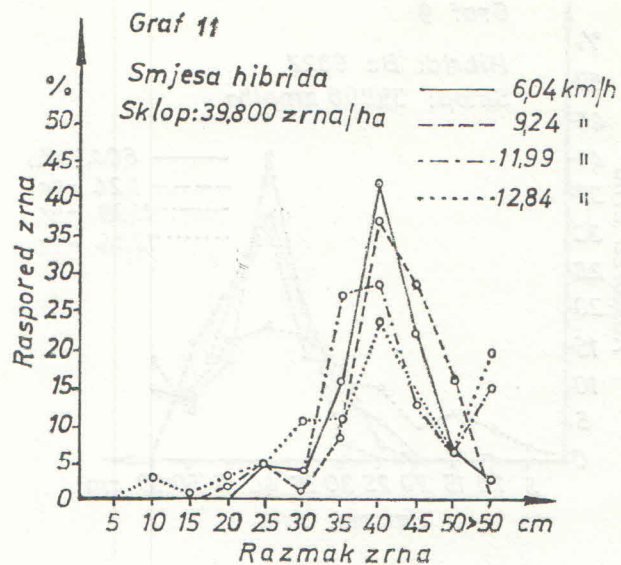
U odnosu na sjetvu hibrida Bc 6822 s kalibriranim sjemenom, ovi rezultati pokazuju da nema gotovo nikakve razlike u sjetvi, kalibriranog sjemena i smjese sjemena različitih dimenzija i oblika.

U uvjetima redovne eksploatacije na području sjeverozapadne Hrvatske na tri lokaliteta sijani su hibridi OPHSK—218 i BcSK—5A na teoretski razmak zrna u redu 21 cm, tj. sijano je 68.000 zrna/ha.

Brzina sjetve u redovnoj eksploataciji iznosila je oko 10 km/h, pa je uzeta u pokus kao prva brzina, dok je druga brzina iznosila oko 12 km/h, a treća oko 15 km/h. Preciznost sjetve utvrđena je mjerenjem razmaka biljaka u fazi petog lista, a dobiveni rezultati prikazani su u grafikonima 13, 14, 15, 16, 17 i 18.







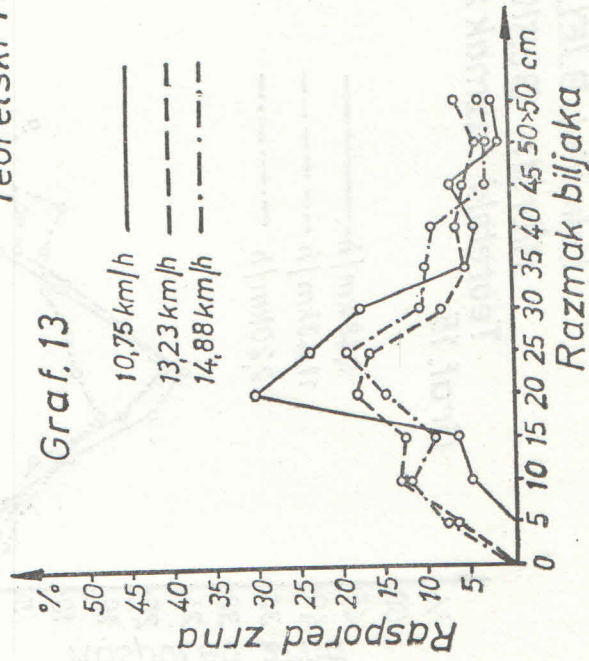


Lokalitet: VELIKA GORICA

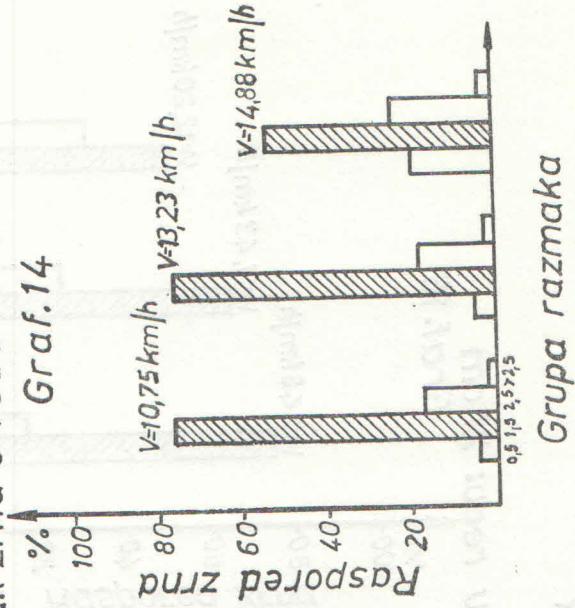
Hibrid: OPHSK-218

Teorijski razmak zrna u redu: 21 cm

Graf. 13

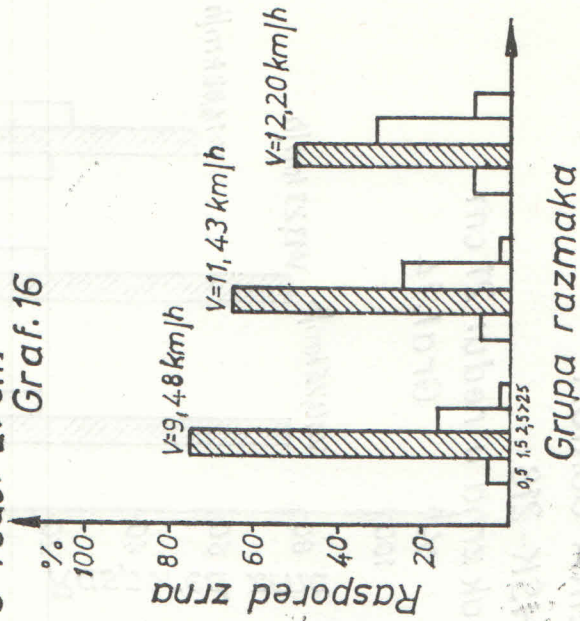
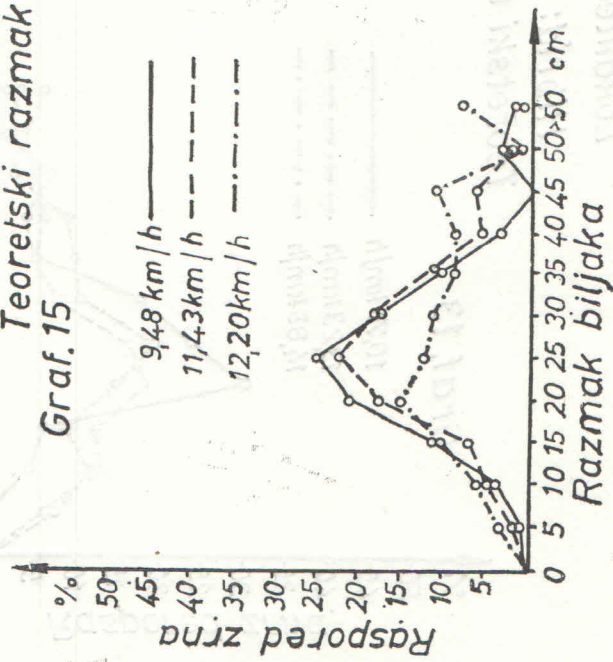


Graf. 14



Lokalitet: BJELOVAR  
 Hibrid: BcSK-5A

Teoretski razmak zrna u redu: 21 cm  
 Graf. 15

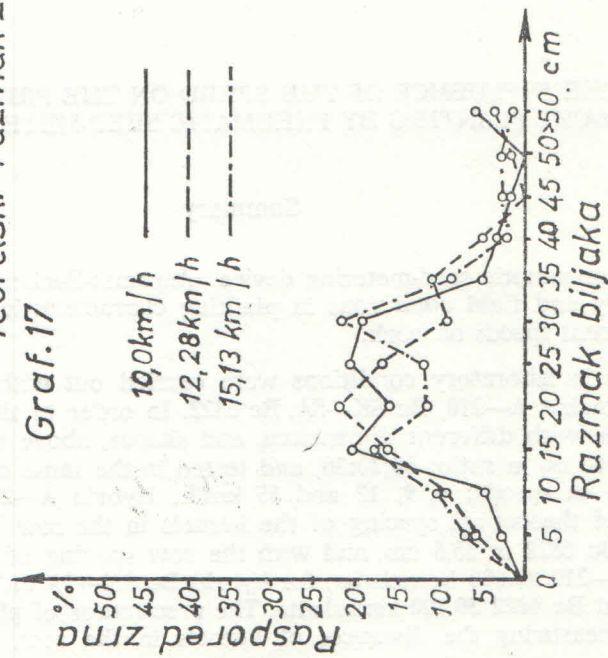




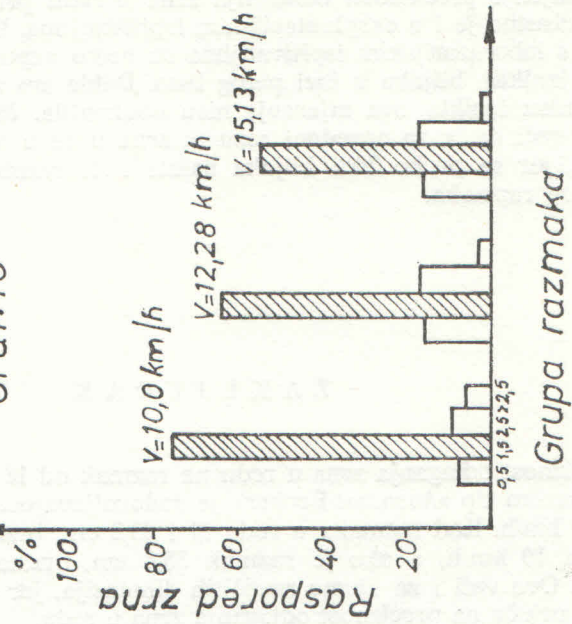
Lokalitet: IVANIĆ GRAD  
 Hibrid: OPH SK-218

Teoretski razmak zrna u redu: 21 cm

Graf. 17



Graf. 18



Smanjenje preciznosti odlaganja zrna u radu pri povećanim brzinama sjetve prisutno je i u eksploatacijskim ispitivanjima. Dobiveni rezultati u usporedbi s laboratorijskim ispitivanjima su nešto nepovoljniji, jer su mjereni razmaci izniklih biljaka u fazi petog lista. Dakle sva zrna koja iz bilo kojih razloga nisu iznikla, ova mjerenja nisu obuhvatila. Međutim, sa sigurnošću se može reći da se za navedeni razmak zrna u redu može sijati brzinom od 10 km/h, jer se preko 70% biljaka nalazi u tolerantnom intervalu 0,5—1,5 teoretskog razmaka.

## Z A K L J U Č A K

Preciznost odlaganja zrna u redu na razmak od 18 cm pneumatskim sijačim aparatom tip »Aeromat-Becker« je zadovoljavajuća, ako brzina sjetve ne prelazi 9 km/h. Kod razmaka u redu 21 i 23,2 cm, brzina sjetve može se povećati na 10 km/h, a ako je razmak 35,8 cm, brzina sjetve može iznositi 12 km/h. Ovo važi i za sjeme različitih dimenzija, jer oblik i dimenzije sjemena ne utječu na preciznost odlaganja zrna u redu.

## THE INFLUENCE OF THE SPEED ON THE PRECISENESS OF MAIZE PLANTING BY PNEUMATIC SEED-METERING DEVICE

### Summary

The pneumatic seed-metering device »Aeromat-Becker« was examined in laboratory and field conditions in planting characteristic hybrids of maize, with different speeds of work.

Tests in laboratory conditions were carried out with the following hybrids of maize: A—210, Bc SK—5A, Bc 6822. In order to simulate the mixture of kernels with different dimensions and shapes, above mentioned hybrids, were mixed up in ratio: 30:30:30, and tested in the same conditions. Planting was done at speeds: 6, 9, 12 and 15 km/h. Hybrid A—210 was planted at 18,0 cm of theoretical spacing of the kernels in the row Bc SK—5A at 23,2 cm and Bc 6822 at 35,8 cm, and with the row spacing of 70 cm, that is, for hybrid A—210 80.600 kernels/ha, for hybrid Bc SK—5A 61.700 kernels/ha, and for hybrid Bc 6822 39.800 kernels/ha. The preciseness of plating was determined by measuring the distances of kernels in the row, immediately after planting.

The testing in field conditions was carried out in three different localities. The hybrids: OPHSK—216 and BcSK—5A were planted at the speeds 10, 12 and 15 km/h. Theoretical distance of kernels in the row was 21,0 cm and the row space was 70 cm, that is 68.000 kernels/ha. The preciseness of planting was determined by measuring the distances of single plants in the stage of growing when the fifth leaf was developed. As a criteria of preciseness of planting, these groups of distances between the kernels or single plants were taken: 0,5, 0,5—1,5; 1,5—2,5; 2,5 of theoretical distance, considering that the group 0,5—1,5 of theoretical distance makes the allowed limit. In the group 0,5—1,5 of theoretical distance, 70% and more kernels should be found. On the base of this criteria, the preciseness of planting is good enough for the 18 cm distance between kernels in the row at the speeds up to 9 km/h. For the 21 i 23 cm distance between kernels in the row, the speed could be increased up to 10 km/h, and for the distance of 35 cm between the kernels in the row, the speed may be 12 km/h. The planter or, in the other words, the seed-meter device, could not place the kernels with accuracy if the speeds are above 12 km/h.

This criteria is also due to the mixture of hybrids i. e. due to the seeds of different dimensions and shapes, because, the testing carried out, confirmed that the preciseness of the planting was not influenced by different dimensions and shapes of the kernels.

#### LITERATURA

1. Basin: K teoriji zaposlenija semenami jačestih aparatov točnogo vseva.
2. Frizen: Errahrungen mit Spezial-Maissägeräten. Landtechnik 3/1973. Traktori i seljhozmašini No 8/1966.
3. Gotlin: Jednoličnost rasporeda biljaka unutar određenog vegetacijskog prostora. Savremena proizvodnja kukuruza, Zagreb 1967.
4. Keckin: Spravočnik konstruktora seljskohozjojtvenih mašin — tom 2, Moskva 1967.
5. Lacković: Izvještaj o ispitivanju sijačice Aeromat-Becker. Beštak: Zavod za poljoprivredno strojarstvo Poljoprivrednog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, 1972.
6. Sidorenko: Eksperimentalnie isledovanja skorosnov gorizontálnova vi-Smirnov: sevojuščevo apparata  
Traktori i seljhozmašini No 3/1971.
7. Todorić: Utjecaj brzine kretanja sijačice na kvalitet sjetve kukuruza. Doktorska disertacija, Zagreb 1971.