

Inž. Franjo Šatović,

Centar za primjenu nauke u poljoprivredi SRH-e, Zagreb

## UTJECAJ RASPOREDA I POLOŽAJA BILJAKA NA PRIROD KUKURUZA KOD VEĆIH GUSTOĆA

### UVOD

Povišenje priroda zrna kukuruza postojećih hibrida ovisi o većem broju tehnoloških zahvata u procesu proizvodnje. Svim tim zahvatima, kojima je cilj veća proizvodnja kukuruza na jedinici površine, nastoji se to riješiti na dva načina:

1. povećavati produkciju zrna po biljci potpunijim iskorištavanjem proizvodnog kapaciteta kod uobičajenih gustoća sjetve;
2. povećavati gustoću sjetve do proizvodnog optimuma tj. do granice gdje ukupni prirod, zbog većeg broja biljaka, nadmašuje postepeno smanjenje produkcije po jednoj biljci.

Određivanje optimalne gustoće i najpovoljnijeg odnosa između produkcije po biljci i ukupnog priroda na jedinici površine je vrlo važan problem u proizvodnji kukuruza. U svijetu i kod nas izvršen je veći broj ispitivanja o utjecaju pojedinih zahvata na produkciju po biljci kod različitih gustoća. Kod same gustoće sklopa uglavnom je obračuna pažnja na broj biljaka na hektaru. Gustoća je ostvarivana različitim načinima sjetve, ali je gotovo uvijek razmak između redova bio uvjetovan postojećom mehanizacijom i načinom obrade.

Kod utvrđivanja optimalne gustoće poseban je problem usklađenje veličine i oblika zemljišnog vegetacijskog prostora sa zračnim vegetacijskim prostorom. Njihovi optimumi nisu identični, a međusobno su najdirektnije povezani.

U proizvodnji se posvećuje veća pažnja veličini i obliku zemljišnog vegetacijskog prostora na čiju obradu se redovno troši manje ili više rada i sredstava. Međutim, ni veličina ni oblik zemljišnog vegetacijskog prostora nema odlučujuće značenje za normalan rast i razvoj biljke, zato što je moguće da se uz određene uvjete biljci osigura potrebna količina hraniva i vlage i u minimalnom zemljišnom prostoru.

Prema Kiesselbachu 95% organske tvari akumulirane u prirodu kukuruza predstavlja sunčevu energiju koju su transformirali zeleni listovi u procesu fotosinteze, a samo 5% potječe od mineralnih hraniva. Upravo veličina i oblik zračnog vegetacijskog prostora predstavlja decizivni faktor za optimalnu pristupačnost svjetla i CO<sub>2</sub> biljkama, a time i za uspješni rast, razvoj i prirod kukuruza.

Svi procesi života biljke se odvijaju pod direktnim utjecajem solarne radijacije — izvora svjetla i topline. Kukuruz je biljka koja voli svjetlost i u njenom životu svjetlo ima veliki značaj. Visina i kvalitet priroda su ovisni o svjetlosnom režimu (intenzitet, spektralni sastav, trajanje dana i noći, nablaka). Gustoća sjetve i raspored biljaka stvaraju određene uvjete osvjetljenja, i time određuju intenzitet sakupljanja organskih tvari, brzinu rasta i formiranje klipova.

Imajući u vidu da veličina i oblik zračnog vegetacijskog prostora ovise ne samo o broju već i o rasporedu biljaka, i da intenzitet osvjetljenja, kretanje temperature, strujanje vjetra i pristupačnost CO<sub>2</sub> biljkama ovise i o smjeru redova i orijentaciji listova, prišli smo u ovom radu ispitivanju utje-

caja različitog rasporeda i položaja biljaka na prirod zrna hibrida Iowa 4417 u gustoćama od 55.000, 66.000, 83.000 i 100.000 biljaka/ha.

#### PREGLED LITERATURE

Pojedini autori su kod ispitivanja optimalne gustoće kukuruza radili s raznim hibridima i u različitim proizvodnim uvjetima, pa su i rezultati različiti.

U SAD su dobiveni najbolji rezultati sa 40—50.000 biljaka/ha (Stringfield, Thatcher, Stickler). Za Njemačku (Kissing) i za Švicarsku (Popov) se navodi optimalna gustoća od 60.000 biljaka/ha, a za Holandiju (Becker) 70.000 biljaka/ha.

Kod nas je Kvakon u Maksimiru ustanovio za svoje križance, da se najviše prirod (preko 60 mtc/ha) može postići samo pri gušćem sklopu od 40—60.000 biljaka/ha. Kolčar smatra da je gustoća preko 50.000 biljaka/ha rizična u Vojvodini bez navodnjavanja (izuzetak su rani hibridi koji podnose do 75.000/ha). Analiza proizvodnje na IPK Osijek (Kurbanović) pokazuje da je najpovoljnija gustoća od 50—55.000 biljaka/ha.

U većini tih ispitivanja posvećena je glavna pažnja broju biljaka te veličini i obliku zemljišnog vegetacijskog prostora, odnosno poboljšanju iskorištenja hraniva i vlage iz tla.

Loomis je ustanovio da brzina rasta biljke kukuruza ovisi o intenzitetu i karakteru sunčeve radijacije, o relativnoj vlažnosti zraka i temperature. Gustoću usjeva ne određuje samo površina i nivo zemljišne ishrane nego i stupanj osvjetljenosti biljaka. Miller je utvrdio da se prirod smanji samo za 7% ako se zasjenjivanjem biljkama smanji pristupačnost punog sunčevog osvjetljenja za 30%, smanjenjem osvjetljenja za 60% smanji se prirod za 14%, a tek smanjenje osvjetljenja za 90% smanjuje prirod za 89%. Schmidt i Colwille su ustanovili da se efikasnost fotosinteze smanjila 13—14% kada je lišću kukuruza ispod klipa smanjena pristupačna solarna energija preko 75% u periodu oplodnje. Dvornar navodi da je osvjetljenost srednja 4 lista kukuruza kod sjetve razmaka 60×60 cm sa 2 — 6 biljaka bila 45% manja u odnosu na 4 vršna lista, a baš srednji listovi imaju osnovnu ulogu u stvaranju priroda, zato što je njihova produktivnost nešto veća od gornjih listova zbog veće površine. Prema Ničiporoviču, usjev kukuruza predstavlja vrlo složen optički sistem jer osvjetljenost ne zavisi samo o broju i rasporedu biljaka te o smjeru redova već i o pravcu i kutu prostiranja pojedinih listova, površini, obliku i debljini listova kao i o nizu drugih faktora. Andreenko ističe da je određivanje optimalne gustoće kukuruza, razmaka između redova, oblika hranjive površine svake biljke važno s teoretske tačke gledišta i da zaslužuje ozbiljnu pažnju.

Rezultati Šaina, Motove, Kosobokova i Kupermanove pokazuju da je za razvitak kukuruza potrebno intenzivno osvjetljenje bogato kratkovalnim zračenjem. Ustinova i Mudrova su ustanovile da za razvitak klipova kukuruza veliko značenje ima sunčevo svjetlo od 8—16 sati, a zasjenjivanje poslije 16 sati povoljno djeluje na razvoj klice i endosperma. Sarić i Hadžijev su utvrdili da u vidljivom dijelu spektra kukuruzni list najjače apsorbira valne dužine 240—500 m  $\mu$ . sa 95%, valne dužine od 500—600 m  $\mu$ . sa manje od 60%, a valne dužine 600—700 m  $\mu$ . preko 90%.

Prema Kiesselbachu, manja odstupanja vezana za raspored biljaka imaju relativno mali značaj. Čupina zaključuje da visina i kvalitet ostvarenog pri-

nosa zrna zavisi o broju i rasporedu biljaka. Yao Augustine i Shaw nisu ustanovili razlike u prirodu zbog smjera redova sjever — jug u odnosu na smjer istok — zapad kod gustoća od 35.000 i 70.000 biljaka/ha i razmaka  $95 \times 52$  cm sa 1 odnosno 2 biljke na sadnom mjestu. U pokusima Pendletona sa združenom sjetvom kukuruza i soje — razmaka redova 100 i 60 cm — prirod nije zavisio o smjeru redova (sjever — jug ili istok — zapad). Marković je ustanovio da različiti razmaci kod jednake gustoće od 50.000 biljaka za kasne i 66.000 biljaka za rane hibride nisu naročito utjecali na promjenu prinosa. Stojanović smatra da je smjer redova sjever — jug povoljniji od smjera istok — zapad. Larin je u Ukrajini ustanovio da je prirod zrna kukuruza bio 11—16% veći kod smjera redova istok — zapad i sjeveroistok— jugozapad u odnosu na smjer sjever — jug.

Peters i Woolev su izvršili sjetvu kukuruza orijentiranih listova razmaka između redova 100 i 75 cm čime se tlo jače zasjenjuje i smanjuje isparavanje vlage, a lišće prima više sunčeve energije. U pokusima Zubenka i Matvejčuka je sjetva orijentiranih listova — razmaka  $75 \times 35$  cm — dala 10% veći prirod u odnosu na uobičajenu sjetvu jednakog razmaka, a 15% veći prirod u odnosu na kvadratni način sjetve razmaka  $70 \times 70$  cm sa 2 biljke. Autori smatraju da sjetva orijentiranih listova omogućava povećanje broja biljaka na hektar bez opasnosti od međusobnog zasjenjivanja, što je osobito važno u rajonima sa dovoljno vlage ili kod navodnjavanja. Dospheva je u pokusima kod varijanata s orijentiranim listovima kod razmaka  $60 \times 15$  cm ustanovila povećanje prinosa zelene mase za 60—70 mtc/ha, a suhe tvari za 9—14 mtc/ha u odnosu na neorijentirani način sjetve.

## MATERIJAL I METODE

Tokom 1960. i slijedećih godina izvodili smo na području djelovanja Poljoprivredne stanice Sesevete veći broj poljskih pokusa u cilju dobivanja elemenata tehnološkog procesa za potpunije iskorištenje proizvodnog kapaciteta pojedinih hibrida kukuruza. Među ostalima, ispitivana je i proizvodna vrijednost sjemena u raznim gustoćama sjetve i različitim rasporedu biljaka.

Podaci za ispitivanje utjecaja različitog rasporeda biljaka na prirod zrna kukuruza uzeti su iz pokusa s američkim hibridom Iowa 4417.

- Pokus 1. Utjecaj položaja biljke u redu na njenu produktivnost u gustoći od 55.555 biljaka/ha.
- Pokus 2. Utjecaj smjera redova na produkciju po biljci u gustoći od 66.666 biljaka/ha.
- Pokus 3. Utjecaj rasporeda biljaka na njihovu produktivnost u gustoći od 83.333 biljke/ha.
- Pokus 4. Produktivnost biljke usmjerenih listova u odnosu na slučaj (slobodan) smjer listova u gustoći od 100.000 biljaka/ha.

Pokus 1 je izvođen u 4 repeticije (osnovna parcelica sa 120 biljaka) na ekonomiji Sesevetski Kraljevac 1960. godine na teškom pseudoglej tlu.

Sjeme: IOWA 4417 proizvedeno na PD Đakovo 1959. godine. Sijana su samo zrna iz sredine klipova. Na svako sadno mjesto su posijana 2 zrna, a ostavljena je jedna bolja biljka.

Predusjev: krumpir ljetne sadnje nakon povrća.

Gnojidba: 240 N, 240 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 380 K<sub>2</sub>O kg/ha.

Datum sjetve: 12. V 1960.

Varijante položaja: Način sjetve je bio 60×90 cm sa po 3 biljke u redu međurazmak 15 cm. Redovi razmaka 60 cm su imali smjer sjever — jug. Na taj način je pojedina biljka u skupini od 3 biljke u redu mogla imati sjeverni, južni ili srednji položaj. Biljke na sjevernom ili biljke na južnom položaju u redu imale su jednak oblik i veličinu zemljišnog i zračnog vegetacijskog prostora, jer je svakoj od njih sa jedne strane bila susjedna biljka na udaljenosti od 15 cm, a na drugoj strani od 60 cm. Jedino se slobodna površina od 60 cm u redu kod južne biljke nalazila južno od nje, a kod sjeverne biljke sjeverno od nje. Srednja biljka je imala u redu na jednu i drugu stranu susjednu biljku na udaljenosti od 15 cm.

Njega: tretiranje je izvršeno simazinom, 3 kultivacije i 3 prihranjivanja.

Berba: 14. X 1960. Klipovi su etiketirani i nakon sušenja krunjeni i svaki posebno vagan.

Tokom vegetacije i nakon berbe su izvršena opažanja i mjerenja o 27 različitih osobina pojedinačno za svaku biljku odnosno klip.

Za ova ispitivanja u analizu su uzete samo biljke iz punog sklopa, tj. iz skupina po 3 biljke ukoliko su u susjednim skupinama bila popunjena vanjska mjesta. Analizirane su 1263 biljke ili 421 od svakog položaja. Težina zrna sa 14% vlage po biljci je dobivena vaganjem orunjenog zrna pojedinačno sa svake biljke uz odbitak suvišne vlage. Broj redova zrna i zrna u redu dobiven je pojedinačnim brojenjem, a apsolutna težina obračunom iz izmjerene ukupne težine i broja zrna.

Pokus 2 je izveden na ekonomiji Sesevetski Kraljevac 1961. godine na teškom pseudoglej tlu.

Sjeme: IOWA 4417, a sijana su samo zrna sa sredine od 18-rednih klipova i to po 2 zrna, a ostavljana 1 biljka na sadnom mjestu.

Predusjev: povrće.

Gnojidba: 240 N, 240 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 380 K<sub>2</sub>O kg/ha.

Datum sjetve: 5. V 1961.

Varijante rasporeda kod gustoće od 66.666 biljaka/ha.

1. 60 × 25 cm smjer redova istok — zapad,

2. 60 × 25 cm smjer redova sjeveroistok — jugozapad,

3. 60 × 25 cm smjer redova sjever — jug,

4. 60 × 25 cm smjer redova sjeverozapad — jugoistok,

5. šesterokutna sjetva,

6. 39 × 39 cm kvadratna sjetva.

Njega: tretiranje simazinom, 3 kultivacije i 3 prihranjivanja

Berba: 6. X.

Pokus 3 je izveden na ekonomiji Šašinovečki Lug 1960. godine po metodi Buguslavskog.

Sjeme: IOWA 4417, a sijana su samo zrna sa sredine od 18 i 20 rednih klipova proizvodnje PD Đakovo.

Predusjev: kukuruz.

Gnojidba: 240 N, 240 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 380 K<sub>2</sub>O kg/ha.

Datum sjetve: 25. V 1960. godine.

Varijante rasporeda: 30 načina rasporeda u gustoći od 83.333 biljke i to 10 varijanata sa 1 biljkom na sadnom mjestu, 10 sa 2 biljke i 10 sa 3 biljke, a 36 varijanata rasporeda kombinacijom 6 razmaka između redova i 6 razmaka u redovima traka.

Pokus 4 izveden je u Sesvetama 1960. godine na teškom pseudoglej tlu u 4 repeticije sa po 250 biljaka na osnovnoj parcelici.

Sjeme: IOWA 4417, proizvedeno u PD Đakovo. Sijana su samo pravilno razvijena zrna iz sredine 18 rednih klipova. Zrna su precizno ručno polagana.

Predusjev: povrće.

Gnojidba: 430 N, 430 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 700 K<sub>2</sub>O kg/ha.

Sjetva: 10. V.

Gustoća: 100.000 biljaka/ha sa 100 cm razmaka između redova i 10 cm razmaka u redu.

Njega: zalijevanje vodom svakog tjedna tokom mjeseca srpnja i kolovoza, 3 okapanja i 3 prihranjivanja.

Varijante smjerova redova i listova: 1. smjer redova istok—zapad, a smjer listova biljaka kukuruza sjever—jug.

2. smjer redova istok — zapad, a smjer listova slučajan (slobodan, ne-usmjeravan).

3. smjer redova sjever — jug, a smjer biljaka kukuruza istok — zapad.

## REZULTATI I DISKUSIJA

### Pokus 1

Produkcija po biljci u skupinama od 3 biljke međurazmaka u redu od 15 cm, a udaljenih 60 cm od susjednih skupina u redu bila je različita ovisno o položaju biljke. Najvišu produkciju su dale biljke na južnom položaju ili 178,5 grama zrna na biljci, dok su biljke na sjevernom položaju dale 158,25 grama zrna. Ove razlike su signifikantne na nivou od  $P = 1\%$ .

Produkcija biljaka na srednjem položaju je najmanja, tj. 156 grama zrna po biljci, ali gotovo jednaka prirodu biljaka na sjevernom položaju.

Između visine i debljine stabljike biljaka na južnom i sjevernom položaju nema razlike, ali su biljke na južnoj strani imale niže položen klip. Vlaga zrna kod berbe je bila najviša kod biljaka na sjevernom položaju, a najniža na južnom. Razlika iznosi 7,3% u apsolutnom iznosu, odnosno 14% u relativnom iznosu. Biljke u srednjem položaju također su imale niži postotak vlage zrna za 6% od biljaka na sjevernom položaju. Stabljika biljaka u srednjem položaju bila je za 8% tanja, a za 2% viša od biljaka na južnom položaju. Južne biljke su imale najjače razvijeno adventivno korijenje. Na tabeli 1 su iznijeti rezultati priroda zrna. U tabeli 2 su prikazane osobine stabljika i u tabeli 3 komponente priroda zrna prema analizi jedne repeticije.

**Prirod zrna kukuruza IOWA 4417 sa biljaka različitog položaja u redu kod gustoće 55.555 biljaka/ha.**

Tabela 1.

Položaj biljke	Prirod zrna sa 14% vlage		Relativni odnos	Vlaga zrna	‰ oklaska
	po biljci grama	mtc/ha			
sjevni	158,25	87,91	100	25,8	20,2
srednji	156,00	86,66	99	19,8	20,6
južni	178,50	99,16	113	18,5	21,0
Prosjek	164,25	91,25	105	21,4	20,6
P = 5%	4,73	2,63			
P = 1%	7,16	3,97			

## Visina i debljina stabljike biljaka s različitog položaja

Tabela 2

Položaj	Visina stabljike cm		Debljina stabljike mm
	čitava	do klipa	
sjevni	240	117	19,7
srednji	243	118	18,2
južni	239	112	19,7
Prosjek	241	116	19,2

## Komponente priroda zrna biljaka s različitog položaja

Tabela 3

Položaj	Broj redova na klipu	Broj zrna u redu	Broj zrna po biljci	Težina zrna sa 14 <sup>0</sup> % vlage		
				1000 zrna	g/biljaka	mtc/ha
sjevni	15,9	32,2	5,2	306	156,7	87,1
srednji	16,7	30,2	474	315	149	82,8
južni	15,6	33,8	527	338	178	98,8
Prosjek	15,7	32,1	504	320	161	89,5

Detaljna analiza komponenata priroda (sa jedne repeticije) pokazuje da je prirod biljaka na južnom položaju veći za 21 gram zrna po biljci od prirod biljaka na sjevernom položaju, a biljke se nalaze na vegetacijskom prostoru jednake površine i oblika. To povećanje prirod po biljci dobiveno je manjim dijelom zbog većeg broja zrna ( $15 \text{ zrna} \times 0,306 \text{ g} = 4,6 \text{ g}$  ili 21,9%) već u prvom redu povećanom apsolutnom težinom zrna ( $512 \text{ zrna} \times 0,032 = 16,9$ ) ili 78,1%.

Ukupni broj zrna po biljci južnog položaja je za 3% veći, apsolutna težina zrna za 10% veća, a prirast po biljci 13% veći.

## Pokus 2

Produkcija po biljci kod jednake gustoće od 66.666 biljaka/ha, a 6 načina sjetve razmaka  $60 \times 25$  cm varirala je od 136,8 grama do 147,7 grama ovisno o smjeru redova, kod jednakog oblika vegetacijskog prostora, a od 131,2 grama (sjetva u kvadrat) do 149,5 grama (sjetva u šesterokut) kod različitih oblika vegetacijskog prostora. Ovisno o smjeru redova biljaka najveći prirod je dobiven kod smjera redova istok-zapad od 147,7 grama, a najmanji kod smjera redova sjeverozapad — jugoistok od 136,8 grama po biljci. Ovisno o obliku vegetacionog prostora najveći prirod je dobiven kod sjetve u šesterokut od 149,5 grama, a najmanji kod sjetve u kvadrat od 131,2. Rezultati su iznijeti na tabeli 4.

**Prirod zrna kukuruza kod različitog smjera redova i oblika vegetacijskog prostora u gustoći od 66.666 biljaka/ha.**

**Tabela 4.**

Smjer redova	Razmak	Prirod zrna sa 14 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> vlage		Indeks	Postotak vlage <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	
		grama/biljaka	mtc/ha		kod berbe	oklaska
sjever-jug	60 x 25	139,3	92,9	100	24,4	21,1
istok-zapad	60 x 25	147,7	98,5	105	21,6	21,2
sjeveroistok- -jugozapad	60 x 25	143,7	95,8	103	24,4	22,3
jugoistok- sjeverozapad kvadrat	60 x 25	136,8	91,2	98	24,1	21,2
sjever-jug istok-zapad	39 x 39	131,2	87,5	94	26,3	20,4
šesterokut	r = 42	149,5	99,7	107	24,4	21,6
P = 5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>		4,3	2,9			
P = 1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>		6,6	4,4			

**Pokus 3**

U pokusu sa 66 različitih varijanata rasporeda kod jednake, ali velike gustoće od 83.333 biljke/ha, odnosno vegetacijskog prostora po biljci od 1200 cm<sup>2</sup>, ostvarena je gustoća od 59.166 do 80.833 biljke/ha. Tabela 5 prikazuje rezultate ostvarenog priroda zrna, koji nisu korigirani na broj praznih mjesta, zato što su prirodni parcelica i varijanti s većim smanjenjem biljaka bili, zapravo, bliže optimalnoj gustoći i već time u prednosti daju veće prirode.

Prirodi pojedinih varijanti su se kretali od 51,8 do 109,1 mtc/ha. Prosječni prirod svih varijanti je bio 80,8 dok je standardna gustoća od 50.000/ha razmaka 80 x 50 (2) cm dala prirod 93,7 mtc/ha.

**Ostvareni nekorigirani prirod zrna kukuruza u gustoći od 83.333 biljke/ha u različitom rasporedu  
a) 1 biljka na sadnom mjestu**

**Tabela 5**

Razmak između redova	u cm u redu	Ostvarena gustoća biljaka/ha	Prirod zrna sa 14 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> vlage		Visina biljke cm	Postotak jalovih biljaka
			g/biljaka	mtc/ha		
60	20	77.500	128	98,4	238	1
75	16	79.166	118	90,7	234	3
80	15	78.333	109	84,8	250	1
92	13	79.166	101	75,8	234	5
100	12	78.333	115	88,0	240	2
120	10	70.000	151	102,0	241	3
150	8	69.167	125	83,4	239	3
184	7	69.167	107	71,3	243	3
200	6	78.333	98	76,1	242	1
240	5	79.166	96	65,0	224	4

Razmak između redova	u cm u redu	Ostvarena gustoća biljaka/ha	Prirod zrna sa 14% vlage		Visina biljke cm	Postotak jalovih biljaka
			g/biljaka	mtc/ha		
<b>b) 2 biljke na sadnom mjestu</b>						
60	40	78.333	146	109,1	240	4
75	32	80.000	108	83,4	234	3
80	30	73.200	119	86,8	243	2
92	26	80.000	101	79,0	242	2
100	24	78.333	112	85,0	249	3
120	20	59.166	182	104,3	235	2
150	16	70.000	142	97,1	240	2
184	13	72.500	112	77,1	247	4
200	12	80.833	97	75,5	246	3
240	10	80.000	87	67,6	221	3

<b>c) 3 biljke na sadnom mjestu</b>						
60	60	80.000	120	94,0	236	2
75	48	77.500	114	86,6	239	2
80	45	79.166	106	81,6	230	3
92	39	78.333	119	88,4	244	5
100	36	80.833	120	93,6	250	3
120	30	61.666	185	104,8	233	6
150	24	63.333	147	89,2	225	3
184	20	70.833	124	85,8	242	2
200	18	77.500	105	79,8	237	2
240	30	80.833	96	74,2	229	4

<b>d) sjetva u dvoredne trake</b>							
Razmak između traka	u cm između redova u traci	u redu	Ostvarena gustoća biljaka/ha	Prirod zrna sa 14% vlage		Visina biljke cm	Postotak jalovih biljaka
				grama/biljka	mtc/ha		
90	10	24	77.500	140	104,7	251	3
110	10	20	78.333	103	100,6	241	3
140	10	16	79.166	128	98,4	242	3
190	10	12	76.666	112	83,4	223	3
230	10	10	71.666	125	84,3	241	5
290	10	8	77.500	85	60,6	214	2
85	15	24	76.666	129	96,4	256	2
105	15	20	77.500	108	79,8	238	4
135	15	16	78.333	110	84,5	238	2
185	15	12	78.333	98	72,9	218	5
225	15	10	71.667	109	74,1	229	4
285	15	8	79.166	71	52,4	214	6
80	20	24	75.000	128	92,7	252	3
100	20	20	79.166	108	84,0	239	3
130	20	16	80.833	112	85,5	237	5
180	20	12	79.166	100	73,8	223	6



Razmak u cm između traka	između redova u traci	u redu	Ostvarena gustoća biljaka/ha	Prirod zrna sa 14% vlage		Visina biljke cm	Postotak jalovih biljaka
				g/biljaka	mtc/ha		
220	20	10	66.666	112	72,6	224	2
280	20	8	75.000	74	51,8	206	6
75	25	24	72.500	135	95,4	249	2
95	25	20	77.500	105	70,3	234	3
125	25	16	76.666	113	79,1	243	8
175	25	12	78.333	101	79,8	233	4
215	25	10	76.666	98	73,0	221	3
275	25	8	75.000	80	58,1	209	3
70	30	24	79.166	127	94,0	250	6
90	30	20	79.166	108	83,9	239	2
120	30	16	74.166	123	85,3	239	6
170	30	12	75.033	103	75,2	225	3
210	30	10	70.833	109	74,3	228	3
270	30	8	76.666	77	54,6	202	7
65	35	24	76.666	131	95,0	242	5
85	35	20	77.500	105	78,8	235	2
115	35	16	75.833	118	84,5	228	5
165	35	12	73.333	118	81,4	224	5
205	35	10	72.500	113	77,4	230	5
265	35	8	77.500	77	55,4	200	7
Standard 80x50 cm (2)			49.000	195	93,7	250	1

Veće prirode u odnosu na standardnu gustoću dale su slijedeće varijante rasporeda (poredane od najviše ostvarene gustoće:

Način rasporeda razmak cm	Visina biljke cm	Ostvarena gustoća biljaka/ha	% Prirod sa 14% vlage		Povećanje u odnosu na standard mtc/ha
			jalovih	g/biljka	
60 x 60 (3)	236	80.000	2	120	94,0
100 x 36 (3)	250	80.833	3	120	93,6
140+10x16	242	79.166	3	128	98,4
70+30x24	250	79.166	6	127	94,0
110+10x20	241	78.333	3	130	100,6
60x40 (2)	240	78.333	4	146	109,1
90+10x24	251	77.500	3	140	104,7
60x20 (1)	238	77.500	1	128	98,4
65+35x24	242	76.666	5	131	95,0
85+15x24	256	76.666	2	129	96,4
75+25x24	249	72.500	2	135	15,4
120x10 (1)	241	70.000	3	151	102,0
150x16 (2)	240	70.000	2	142	97,1
120x30 (3)	233	61.666	6	185	104,8
120x20 (2)	235	59.166	2	182	104,3

Postotak jalovih biljaka je iznosio od 1 — 7% ili u prosjeku 3,5%.

Najbolji rezultat kod velikih gustoća su dale varijante 60x40 cm sa 2 biljke i traka 90+10x24 cm sa 1 biljkom kod 75.000 plodnih biljaka na ha sa 109,1 odnosno 104,7 mtc/ha.

Taj prirod je veći za 40% (31,1 mtc/ha), odnosno 34% (26,7 mtc/ha) od prosječnog priroda 20 drugih varijanti s jednako ostvarenom gustoćom. (78,0 mtc/ha).

#### Pokus 4.

Godine 1959. smo proveli ispitivanja o utjecaju položaja zrna na orijentaciju listova biljke kukuruza. Ustanovljeno je da se listovi uvijek nalaze u ravni koja okomito siječe debljinu i širinu zrna. Orijehtacija listova je određena položajem zrna u tlu.

O kvaliteti pripreme tla i tačnosti postavljanja zrna u tlu ovisi koliki će postotak biljaka imati listove manje ili više skrenute od planirane orijentacije. Usmjeravanje listova je i u ovom pokusu potpuno uspješlo. Vrlo mali broj biljaka je imao smjer listova skrenut od planiranog smjera, ali to skretanje nije bilo veće od 45°.

Zahvaljujući brižljivoj njezi, prihranjivanju i navodnjavanju biljke su se dobro razvijale i dale visok prirod. Nije utvrđena razlika u prirodu biljaka koje su sijane u redove smjera sjever — jug, a orijentiranih listova istok — zapad, u odnosu na biljke sijane u redove smjera istok — zapad, a listova orijentiranih sjever — jug, a prinosi po biljci su bili 142,25 grama odnosno 142,50 grama.

Biljke sijane u redove smjera istok — zapad, a (slučajno) slobodno orijentiranih listova su dale za 8% veći (signifikantno opravdani kod  $P = 1\%$ ) prirod od 153 grama po biljci odnosno 153 mtc/ha. U obradu su uzete samo biljke iz punog sklopa od 100.000 biljaka/ha.

Rezultati su iznijeti na tabelama 6 i 7.

#### Prirod kukuruza orijentiranih listova gustoće 100.000 biljaka/ha

Tabela 6

Razmak sjetve	cm	Smjer redova	Orijehtacija listova	Prirod zrna mtc/ha	Indeks
100 x 10	(1)	istok — zapad	sjever — jug	142,25	100
100 x 10	(1)	sjever — jug	istok — zapad	142,50	100
100 x 10	(1)	istok — zapad	slučajna	153,00	108
P = 5%				2,42	1,7
P = 1%				3,67	2,6

**Visina i debljina stabljike kod orijentirane sjetve u gustoći od 100.000 biljaka/ha**

Tabela 7.

Smjer redova	Orijentacija listova	Visina stabljike				Debljina	
		do klipa cm	%	čitava cm	%	stabljike cm	%
istok — zapad	sjever — jug	130	100	257	100	1,62	100
sjever — jug	istok — zapad	137	102	262	102	1,66	102
istok — zapad	slučajna	150	112	262	102	1,74	107

Prirodi biljaka na jednakom obliku i veličini zračnog vegetacijskog prostora u gustoći od 55.555 i gustoći 66.666 biljaka/ha, ali različitog položaja u odnosu na sunčevo osvjetljenje, viši su za 13% odnosno 5% kod biljaka na južnom položaju. Vлага zrna je manja za 28 odnosno 13%. Budući da je povećanje priroda uglavnom rezultat povećane apsolutne težine zrna, najvjerojatnije je tome uzrok jača solarna radijacija i to intenzitet i kvalitet osvjetljenja u periodu formiranja i nalijevanja zrna.

To potvrđuju i naprijed spomenuta ispitivanja Schmidta i Colwilla Dovernara, Ustinove i Mudrove, Sarića i Hadžijeva i dr.

Prirodi biljaka kod smjera redova istok — zapad i sjeveroistok — jugo-zapad su opravdano bolji od priroda smjera redova sjever — jug i sjevero-zapad — jugoistok kod razmaka 60 × 25 cm, odnosno kod gustoće od 66.666 biljaka/ha. To je suprotno rezultatima Yao Augustine i Shaw, ali oni su ispitivali utjecaj smjera redova kod sjetve 95 × 52 cm, a tu ima i svaka biljka u redu smjera sjever — jug s južne strane slobodni prostor od 52 cm. Taj prostor još uvijek omogućava zadovoljavajuće osvjetljenje s južne strane. To potvrđuje i naš rezultat sjetve u šesterokut gdje je svaka biljka u centru kruga (r = 42 cm) dala za 7% veći prirod u odnosu na smjer sjever — jug razmaka 60 × 25 jednake gustoće od 66.666 ha. Slično je, vjerojatno, i s rezultatima Pendletona razmaka 100 i 60 cm između redova. Naši rezultati pokazuju da je kvadratna sjetva razmaka 39 × 39 cm dala za 12% niži prirod od sjetve u šesterokut (r = 42 cm), a 11% niži od sjetve smjera istok — zapad razmaka 60 × 25 cm. Prirod kod kvadratne sjetve je bio niži, vjerojatno zbog preuskog razmaka od 39 cm između redova i biljaka, koji nije osiguravao zadovoljavajući oblik i veličinu zračnog vegetacijskog prostora. Vjerojatno je i udaljenost između biljaka u šesterokutnoj sjetvi od 42 cm u krugu također premalena za optimalno iskorištenje solarne radijacije i da bi širi razmak jednakog oblika s eventualno 2 biljke na sadnom mjestu, ili manja gustoća sa 1 biljkom dale povoljnije rezultate.

Sa šesterokutnom sjetvom su vršena ispitivanja u USA i u SSSR-u uglavnom radi lakše kultivacije. Sjetva u šesterokut je izvodljiva postojećim sijačicama kukuruza.

Rezultati Larina se podudaraju s našima samo što su kod njega razlike priroda u korist smjera istok — zapad veće.

Razmatrajući rezultate različitog rasporeda biljaka vidljivo je da povećanjem gustoće sve više raste značaj rasporeda biljaka i to u prvom redu

oblik i veličina zračnog vegetacionog prostora. Mišljenja Kisselbacha i Markovića o malom značaju rasporeda biljaka se temelje na malom broju varijantna rasporeda i srazmjerno nižih gustoća. U našim pokusima s velikim gustoćama nije limitirajući faktor bila jalovost biljaka nego malena produkcija po biljci.

Pokus sjetve kukuruza orijentiranih listova u gustoći od 100.000 biljaka ne potvrđuje očekivanja Zubenka da će taj način omogućiti proizvodnju u velikim gustoćama bez opasnosti od zasjenjivanja. Vjerojatno je baš zasjenjivanje simetrično postavljenih listova razlog da je slučajna neorijentiran smjer listova kod gustoće od 100.000 dao opravdano bolji prirod.

#### ZAKLJUČCI

Na osnovu rezultata ovih ispitivanja i njihove interpretacije s podacima literature može se zaključiti slijedeće:

1. Različit raspored biljaka u gustoćama od 55.555, 66.666, 83.333 i 100.000 biljaka/ha utjecao je na visinu priroda zrna kukuruza hibrida Iowa 4417 u prvom redu zbog oblika i veličine zračnog vegetacijskog prostora biljaka.

2. Kod načina sjetve smjera redova istok — zapad gustoće 66.666/ha razmaka  $60 \times 25$  cm u odnosu na smjer sjever — jug jednake gustoće i razmaka dobiven je opravdano bolji prirod (98,5 mtc/ha prema 92,9 mtc/ha). Također je kod smjera redova sjeveroistok — jugozapad u odnosu na smjer sjeverozapad — jugoistok dobiven opravdano bolji prirod (95,8 mtc/ha prema 91,2 mtc/ha).

3. Sjetva u šesterokut ( $r = 42$  cm) gustoće 66.666 biljaka/ha dala je u odnosu na kvadratnu sjetvu razmaka  $39 \times 39$  cm i sjetvu smjera redova sjever — jug i sjeverozapad — jugoistok opravdano bolji prirod (99,7 mtc prema 87,5 92,9 i 91,2 mtc/ha).

4. Biljke kukuruza koje su imale s južne strane 60 cm slobodnog vegetacijskog prostora, dale su opravdano veći prirod za 13% u odnosu na biljke sjevernog položaja s jednakom veličinom i oblikom slobodnog prostora u gustoći od 55.555 biljaka/ha (99,16 mtc/ha prema 87,91 mtc/ha). Veći prirod je bio 78,1% rezultat veće apsolutne težine zrna, a 21,9% većeg broja zrna. Smanjenje slobodnog prostora s južne strane biljke ispod 40 cm najčešće je znatno utjecalo na smanjenje priroda po biljci.

5. Položaj zrna u tlu određuje orijentaciju listova biljke kukuruza. Biljke orijentiranih listova u gustoći od 100.000 biljaka/ha razmaka  $100 \times 10$  cm smjera redova istok — zapad a orijentacije listova sjever — jug dale su opravdano niži prirod u odnosu na biljke slučajnog rasporeda, jednakog načina sjetve (142,25 mtc/ha prema 153,00 mtc/ha). Tome je razlog, vjerojatno, zasjenjenje zbog simetričnosti što dolazi do izražaja naročito u podnevnim satima osvjetljenja.

6. Optimalni zračni vegetacijski prostor biljke nije identičan s optimalnim zemljišnim vegetacijskim prostorom. Kod povećanih gustoća raspored i položaj biljaka odlučuju o intenzitetu osvjetljenja, kretanju temperature i  $CO_2$ , a time i o visini i kvaliteti priroda kukuruza. Radi toga u istraživanjima optimalnih gustoća za pojedine hibride u različitim proizvodnim uvjetima treba rješavati probleme rasporeda i položaja biljaka istovremeno s povećanjem broja biljaka.

## CONCLUSIONS

On the basis of results of these investigations and of interpretation according to the literature data the following conclusions can be drawn:

1. The various arrangement of plants with the densities of 55.000, 66.666, 83.333 and 100.000 plants per hectare has affected the level of corn kernel yield of the hybrid Iowa 4417 due to the shape and size of vegetation air space predominantly.
2. The east-west direction of rows with the density of 66.000 plants per hectare and with  $60 \times 25$  cm distance resulted a justified increased yield (98,5 mtc/per hectare) compared to the northsouth direction of rows with the same density and row and plant in row distance (92,9 mtc/per hectare). Northeast-southwest direction of rows has also produced a justified increased yield compared to northwest-southeast direction (95,8 against 91,2 mtc/per ha).
3. Sixangular planting ( $r = 42$  cm) with the density of 66.666 plants per hectare has produced a justified increased yield compared to square planting of distance  $39 \times 39$  cm and compared to the north-south and northwest-southeast direction of rows, the yields are 99,7 mtc, 92,9 mtc and 91,2 mtc per hectare consequently.
4. The plants of corn which have had 60 cm of vegetation space on disposal on the south side produced a 13% justified yield over the yield produced by the plants on the north side having the same size and amount of vegetation space (99,16 against 87,91 mtc/per hectare), the density was 55.555 plants per hectare. The increased yield was 78,1% participated by the increased absolute weight of kernels and 21,9% by the increased number of kernels. The reduction of vegetation space on the south side to under 40 cm has most frequently caused a considerable drop of yield per plant.
5. The orientation of the leaves of corn plants is determined as how the seed grains are situated in the soil. The east—west orientation of rows and north—south orientation of leaves with the density 100.000 plants per hectare, distance being  $100 \times 10$  cm, the yield was justified lower compared to a random arrangement, planting system being the same, the yields were 142,25 mtc against 153,00 mtc per hectare. This is probably due to the shading caused by the symmetry, the shading was especially effective in the after—noon hours.
6. The optimal vegetation air space of plant is not identical to the optimal vegetation land space. In the greater densities the position and arrangement of plants determine the intensity of illumination, carbon dioxide and temperature fluctuation as well as the quality and height of corn yield. Therefore beside the search of the optimal crop density for various hybrids under various planting circumstances there will be also necessary to resolve the problems of the position and arrangement of plants at the same time.

## LITERATURA

1. Andreenko E. S. i Kuperman F. M.: »Fiziologija kukuruza« Beograd 1963. (prevod)
2. Čupina T.: Fiziološka i biokemijska vrednost različitih listova kukuruza u različitom sklopu biljaka, »Arhiv za polj. nauke« god. XVIII st. 60, Beograd 1965.
3. Dosphehova P. M.: Produktivnost kukuruziv orijentiranih posevah, »Kukuruza« br. 2/1965.

4. Dvornar V. S. Ispolzovanie solnečnoj energiji listovim aparatom kukuruza V. sb. »Botanika« V. p. 6 Minsk 1964.
5. Gotlin J.: Faktori koji uvjetuju visoke prinose kukuruza, »Biljna proizvodnja« br. 1/1957.
6. Hatfield A. L. i sur.: The Growth and yield of corn 3/1965. »Agronom J.« No
7. Kissing: Mais Aufbau auf nemem Wege, Baden 1962.
8. Kolčar F.: Uticaj broja biljaka na prinose i druge osobine hibrida kukuruza, »Savremena poljoprivreda« br. 12/1963.
9. Kurbanović Z.: Proizvodnja kukuruza na IPK Osijek 1963. god. »Agromomski glasnik« br. 4/1961.
10. Kvakanić P.: Utjecaj raspoloživog prostora na rast kukuruza, »Poljoprivredna znanstvena smotra« br. 9/1946.
11. Larin A. P.: Fotosintetičestve ispolzovanie solnečnoj energii kukuruza. V. sb. »Rol udobrenii i drugih faktorov«, Kiev 1964.
12. Larson W. E. i Wills W. O.: Light, Soil Temperature Soil Moisture and Alfalfa — Red Clover Distribution Between Corn Rows of Various Spacings and Row Directions »Agronom J.« No 8/1957.
13. Marković Z.: Materijal o tehnologiji proizvodnje kukuruza, Beograd 1964.
14. Meyer K. J. i Ustinova E. J.: Morfologija kukuruza, Moskva 1962.
15. Momčilović Đ.: Neki problemi proizvodnje kukuruza kod nas, »Agromomski glasnik« br. 4/1961.
16. Ničiporović A. A.: O putah povišenija produktivnosti fotosinteza rasteinii o posevah. Moskva 1963.
17. Novak I.: Optimalni vegetacioni prostor za kukuruz u ekološkim uvjetima sjeverne Hrvatske, »Agromomski glasnik« br. 3/1962.
18. Pendleton J. W. sur.: Alternating strips of corn and soybeans vs. solid plantings. Agron. J. 1963. No 3
19. Piper M. i sur.: Kukuruz, »Zadružna knjiga« Beograd 1965.
20. Prine G. M.: A Critical Period for the Light Environment in Ear Development of Semiprofilic Hybrid corn Agron. Abstracts, Columbus, 1965.
21. Sarić M. Hadžiev D. Čupina T.: Proučavanje vrednosti pojedinih listova kukuruza prema sadržaju biljnih pigmenata i intenziteta fotosinteze, »Kukuruz« br. 8 Beograd 1959.
22. Schmidt W. H. i Colville W. L.: Yield and Composition of Zea Mays L. as Influenced by Artificially Induced Shade. Agron. Abstracts, Columbus 1965.
23. Strickler F. C.: Row Width and Plant Population Studies with corn »Agron. J.« No 4/1964.
24. Stojanović N. Uticaj hranjivog prostora na prinose kukuruza, »Poljoprivreda Vojvodine« br. 11/1958.
25. Stringfield G. H. i Thatcher L. E.: Corn row spaces and crop sequences »Agron. J.« 43.
26. Šain S. S. i dr.: Svet i razvitie rasteinii, Moskva 1963.
27. Zubenko V. A. i Matocjušk N. F.: Esće raz o položenii zernovki v počve, »Kukuruz« br. 2/1965.
28. Yao Augustine Y. M. i Shaw R. H.: Effect of plant population and planting pattern of corn on water use and yield »Agron. J.« 1964. No 2.