

Dr Josip Gotlin,

Poljoprivredni fakultet, Zagreb

Inž. Franjo Šatović,

Centar za primjenu nauke u poljoprivredi SRH-e, Zagreb

UTJECAJ BROJA REDOVA ZRNA NA KLIPU NA VISINU PRINOSA

Prinos zrna kukuruza na ha je rezultat broja biljaka na ha i težine zrna na biljci. Težina zrna na biljci je produkt slijedećih komponenata: broja klipova na biljci, težine zrna na klipu, broja redova zrna na klipu, broja zrna u redu, težine samog zrna i broja zrna na klipu. Međutim, neke od ovih komponenata, broj klipova na biljci, težina samog zrna, broj redova zrna i broj zrna u redu su prilično definirane morfološke osobine i mogu se smatrati osnovne ili primarne komponente prinosa. Nasuprot tome, težina zrna na klipu i broj zrna na klipu su kompleksne ili sekundarne komponente jer su one produkt dviju ili više primarnih komponenata.

Najjači heterotični efekat na komponente prinosa izražen je prema ispitivanjima Lenga (19), na broj zrna u redu, tj. numerički izraz duljine klipa. To je jedina primarna komponenta prinosa koja daje očiti pozitivan utjecaj heterozisa, na težinu samog zrna, broj zrna na klipu, težinu zrna na klipu i na ukupan prinos zrna, a u prosječnom broju klipova na biljci hibridi su značajno niži od njihovih biljnih roditelja. U pogledu prosječnog broja redova Leng ističe, da hibridi nadmašuju odnosne bolje roditelje u 55% slučajeva od 102 uspoređenja. Ipak je prosječni broj redova svih ispitivanih hibrida bio, zapravo, identičan prosjeku boljih roditelja. Autor, dalje, naglašava da postoji uski odnos između broja redova samooplodnih linija i dobivenih hibrida s njihovim učešćem i efekta ispoljavanja heterozisa kod hibrida. Prema rezultatima Lenga, hibridi — čiji su bolji roditelji imali prosječan broj redova 18,4 ili više — imali su značajno niži broj redova nego njihovi bolji roditelji, dok su hibridi — čiji su bolji roditelji imali prosječan broj redova 16,7 ili manje — imali značajno veći broj redova nego njihovi bolji roditelji. Pretpostavlja se da ova razlika može ukazivati da postoji više nego jedan genetski sistem koji kontrolira ovo svojstvo (Leng, Emerson i Smith).

Dalje je ustanovljeno, da se s obzirom na stadije razvitka pojedine primarne komponente prinosa različito odnose na ispoljavanje heterozisa. Broj redova, kao jedna od primarnih komponenata prinosa, veoma je rano fiksiran i to unutar 30—40 dana poslije nicanja, odnosno u razvoju 5—7. lista. Broj klipova na biljci je primarna komponenta kod koje ne dolazi do ispoljavanja heterozisa i prema Freemanu se formira ubrzo nakon početka diferenciranja zametka klipa. Sa druge strane, maksimalni razvoj ostalih dviju primarnih komponenata, tj. broja zrna u redu i težine zrna, nije fiksiran sve do kasnog razvojnog ciklusa biljke. Veličina i težina zrna je u obrnutom odnosu sa brojem redova pa je ona samo djelomično fiksirana u isto vrijeme kao i broj redova. Konačne vrijednosti težine zrna se dobivaju u fazi fiziološke zrelosti. Broj zrna u redu je fiksiran poslije završetka oplodnje.

Prema tome, primarne komponente prinosa, koje trebaju dulji ciklusni razvoj da bi ispoljile i fiksirale svoje veličine i odnos prema prinosu, pod duljim su utjecajem heterotične stimulacije i ispoljavanje heterozisa kod njih je najjače. Osim što su pod duljim utjecajem heterotične stimulacije one su i pod utjecajem vanjskih faktora o kojima ovisi ciklusni razvoj biljke.

Broj redova zrna na klipju je svojstvo koje je manje podložno utjecaju raznih vanjskih faktora. Emerson i Smith (19) zaključuju da velike razlike u plodnosti tla uvjetuju razlike u broju redova. Prema njihovim rezultatima prosječan broj redova bio je manji na tlu slabije plodnosti nego na jako plodnom tlu i razlike su bile kod 8 redaca 0,27, kod 12 redaca 2,19 (od 0,59—3,69) i kod 16 redaca 2,06 redova (od 1,29—2,84). Međutim, kod relativno malih razlika u plodnosti tla nije uočen utjecaj na broj redova.

U našim ispitivanjima, koja su provedena u toku 1961—1964. godine, izdvajali smo redce od linija, komponenata hibrida **Wisconsin 641 AA**, **Wisconsin 464 A** i **IOWA 4417** koje smo samooprašivali, sijali naredne godine i onda križali pojedine linije izdvojene po redcima, izdvajali single crosseve po redcima i naredne godine ih križali po redcima, te izdvajali sjeme double crosseva po redcima koje smo onda ispitivali u pokusima obzirom na visinu prinosa.

Pokusni rad je proveden na Pokusnom polju Zavoda za specijalnu proizvodnju bilja u Zagrebu uz uobičajenu agrotehniku. Pokusi sa double crossevima su postavljeni po metodi latinskog kvadrata ili blok metodi, a statistički obrađeni analizom varijance. Prije statističke obrade prinosi po parceli su svedeni na težinu zrna sa 14% vlage, tj. oduzet je % oklaska i vlaga iznad 14%, a osim toga izvršeno je korigiranje prinosa zrna obzirom na prazna mjesta

Prilikom berbe svaki klip je posebno analiziran na težinu i broj redova zrna, a vlaga i oklasak su određivani posebno za pojedine redce.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Već kod izdvajanja linija po redcima uočene su razlike u toku vegetacije. Naročito se očituju razlike u početnoj i završnoj fazi metličanja, te svilanja i prašenja polena kod linija WF 9, M 14 i W 187 (tab. 1).

S obzirom na klimatske uvjete u 1962. godini, koje su u prvoj polovici vegetacije bile uvjetovane niskim temperaturama, sve samoopodne linije su zakasnile u razvitku, pa je zato metličanje, cvatnja i svilanje proteklo u augustu. Prema zapažanjima u 1962. god. (tab. 1) vidljivo je da postoje razlike u navedenim fazama razvitka, kako između redaca dobivenih od sjetve istorednih klipova, tako i između istih redaca dobivenih sjetvom klipova od različitih redaca. Već samo ove razlike pokazuju fiziološku nejednoličnost jedne linije.

Analiza učestvovanja pojedinih redaca u ispitivanim double crossevima i single crossevima dala je rezultate koje prikazujemo na tabeli br. 2.

**Zapažanja u toku vegetacije 1962. godine kod američkih
linija WF 9, M 14 i W 187**

Tabela 1

Samooplodnja linija	METLIČANJE		SVILANJE		
	početak	puno	početak	puno	
WF 9 12 redac	od 14 redca	26. VII	3. VIII	8. VIII	—
	od 16 redca	27. VII	4. VIII	9. VIII	—
WF 9 16 redac	od 14 redca	25. VII	3. VIII	8. VIII	—
	od 16 redca	26. VII	4. VIII	9. VIII	—
	od 18 redca	28. VII	6. VIII	9. VIII	—
WF 9 18 redac	od 14 redca	28. VII	3. VIII	9. VIII	—
	od 16 redca	28. VII	4. VIII	10. VIII	—
	od 18 redca	29. VII	5. VIII	10. VIII	—
WF 9 20 redac	od 14 redca	29. VII	4. VIII	12. VIII	—
	od 16 redca	30. VII	5. VIII	13. VIII	—
	od 18 redca	31. VII	6. VIII	14. VIII	—
M 14 12 redac	od 16 redca	26. VII	2. VIII	7. VIII	10. VIII
	od 18 redca	26. VII	2. VIII	7. VIII	11. VIII
M 14 16 redac	od 14 redca	27. VII	3. VIII	9. VIII	12. VIII
	od 16 redca	28. VII	5. VIII	9. VIII	12. VIII
	od 18 redca	29. VII	5. VIII	10. VIII	13. VIII
M 14 18 redac	od 14 redca	28. VII	4. VIII	10. VIII	13. VIII
	od 16 redca	29. VII	5. VIII	11. VIII	15. VIII
	od 18 redca	30. VII	5. VIII	11. VIII	15. VIII
W 187 14 redac	od 14 redca	3. VIII	7. VIII	12. VIII	16. VIII
	od 16 redca	4. VIII	8. VIII	14. VIII	17. VIII
	od 18 redca	6. VIII	9. VIII	15. VIII	19. VIII
W 187 16 redac	od 14 redca	4. VIII	9. VIII	15. VIII	19. VIII
	od 16 redca	5. VIII	10. VIII	16. VIII	19. VIII
	od 18 redca	6. VIII	11. VIII	16. VIII	20. VIII
W 187 18 redac	od 16 redca	4. VIII	10. VIII	16. VIII	20. VIII
	od 18 redca	6. VIII	11. VIII	17. VIII	20. VIII
	od 20 redca	8. VIII	12. VIII	17. VIII	21. VIII

Kod double crossa Wisconsin 641 AA imaju najveći postotak učešća u prinosu 18. redci (prosječno 39,20%), te 16. i 20. redci u približno jednakom postotku (prosječno 23,88% odnosno 25,48%). Očinski single cross W 32 x W 187 je pretežno 18—20. redac, a majčinski single cross WF 9 x M 14 16—18. redac. U 1961. i 1962. godini očinski single cross je dao signifikantno veće prinose nego majčinski single cross i to za 15,0 q/ha i 8,95 q/ha, dok u 1963. godini, iako postoje razlike u prinosima, one nisu statistički opravdane.

Učeće prinosa zrna pojedinih redaca u ukupnom prinosu Wisconsinina 641 AA i Iowa 4417 i njihovih single crosseva

Tab. 2

HIBRID	% pojedinih redaca u prinosu							
	12	14	16	18	20	22	24	
Wisconsin 641 AA	0,11—0,54	3,65—3,85	21,62—25,64	38,28—40,26	22,46—29,90	2,34—0,75	1,15—2,01	
Iowa 4417	3,24—7,50	27,09—32,70	39,21—48,63	17,10—17,80	2,61—4,82	0,64	—	
WF 9 x M 14	0,12—2,15	2,62—6,23	26,47—34,08	37,47—42,28	16,88—23,14	2,38—6,22	—	
W 32 x W 187	0,62—0,95	0,94—1,80	11,28—16,17	20,02—32,90	31,46—45,66	15,41—21,05	1,04—2,50	
I 153 x B 8	23,43—33,72	46,36—53,86	15,73—21,73	0,98—3,80	—	—	—	

Učeće pojedinih redaca u prinosima različitih redaca double crosse Wisconsin 641 AA dobivenih križanjem single crosseva $\overset{\circ}{\text{O}} \times \overset{\circ}{\text{O}} \uparrow 16$ i $\overset{\circ}{\text{O}} \uparrow 18 \times \overset{\circ}{\text{O}} \uparrow 18$ redac, 1962. godine

Tab. 3

Ispitivani redac double crosse	Single crossevi za double cross	Prinos zrna sa 14% vlage q/ha	% pojedinih redaca u prinosu							
			12	14	16	18	20	22	20+22	
16	16	73,49	1,77	5,32	30,01	37,10	35,16	20,29	6,66	26,95
18	16	73,77	1,19	4,18	30,21	35,58	35,89	21,19	8,34	29,53
20	16	76,79	0,80	4,52	28,95	34,27	34,42	22,82	7,39	30,21
22	16	78,37	0,65	5,56	25,76	32,97	38,23	25,26	4,54	29,80
14	18	76,15	1,97	10,42	20,49	32,88	40,67	21,58	4,10	25,68
16	18	80,95	0,88	4,57	25,70	31,15	35,08	20,50	13,27	33,77
18	18	76,85	—	2,34	25,82	28,16	35,03	26,20	8,52	34,72
20	18	79,09	—	4,20	20,68	24,88	36,68	32,02	6,42	38,44
22	18	78,97	—	3,99	23,48	27,47	33,93	30,94	6,21	37,15

U prinosu double crossa Iowa 4417 najveće učešće imaju 16. redci (prosječno 43,8%) i 14. redci (prosječno 28,97%), dok je očinski single cross I 153x B8 najvećim dijelom 12—14. redac (prosječno 29,84%, odnosno 48,88%). Majčinski single cross WF 9 x M 14 je u 1962. i 1963. god. dao 14,60 q/ha odnosno 21,59 q/ha signifikantno veći prinos.

U provedenim pokusima s različitim redcima double crosseva nisu dobivene signifikantne razlike u prinosima između pojedinih redaca. Međutim, uočene su razlike u analizi prinosa obzirom na procentualno učešće pojedinih redaca u prinosu (tab. 3 i 4).

Na tabeli 3 je vidljivo da se izborom viših redaca single crosseva povećava procentualno učešće viših redaca (20 i 22), a smanjuje nižih redaca (12, 14, 16) u prinosima double crosseva Wisconsin 641 AA, npr. double cross 18. redac dobiven križanjem single crosseva 16×16 ima 35,58% nižih redaca i 29,53% viših redaca, a double cross 18. redac dobiven križanjem single crosseva 18×18 ima 28,16% nižih redaca i 34,72% viših redaca.

Osim toga i izborom viših redaca double crosseva, koji su dobiveni od istih redaca single crosseva u našim ispitivanjima od 16×16 ili 18×18, pokazuje se tendenca povećanja procentalnog učešća viših redaca, a smanjuju se niži redci (izuzev kod 22 redca).

Učešće pojedinih redaca u prinosima različitih redaca double crossa Iowa 4417 dobivenih križanjem single crosseva ♀ 16 × ♂ 16 i ♀ 18 × ♂ 16, a samooplodne linije majčinskog single crossa su imale 12, 16 i 18 redova 1963. g.

Tab. 4

Ispitivani redac double crossa	Single crossevi za double cross		Samooplodne linije majčinskog single crossa		% pojedinih redaca u prinosu						
	♀	♂		♂	12	14	12+14	16	18	20	18+20
16	16	16	12	12	13,64	29,88	43,52	44,84	9,17	1,95	11,12
16	16	16	16	16	8,63	31,26	39,89	41,54	14,73	2,69	17,42
16	16	16	18	18	7,09	25,45	32,54	41,72	15,14	5,17	20,31
18	18	16	12	12	4,66	26,01	30,67	46,10	17,70	5,53	23,23
18	18	16	16	16	3,78	22,75	25,53	48,43	22,40	2,24	24,64

Prema rezultatima analiza na tabeli 4 možemo vidjeti da se izborom viših redaca u osnovnom materijalu — tj. kod samooplodnih linija— u prinosu double crosseva povećava procentualno učešće viših (18, 20), a smanjuje nižih redaca (12, 14).

Ispitivanja u 1964. god. pokazuju da je za analizu visine prinosa, s obzirom na broj redova, značajan faktor gustoća sklopa, koja je usko povezana s utjecajem svjetla na razvojni ciklus kod kukuruza. Prema analizama dobivenih rezultata između ukupnog prinosa jednakih varijanata redaca kod gustoće sklopa 47619 biljaka na ha (razmak sjetve 70×30 cm) i 57142 biljaka na ha (razmak sjetve 70×25 cm) nije dobivena signifikantna razlika (tab. 5)

Utjecaj gustoće sklopa na prinos i procentualno učešće pojedinih redaca u prinosu double crossa Wisconsin 641 AA 1964. god.

Tab. 5

Ispitivani redac double crossa	Single crossevi za double cross	Samooplodne linije majčinskog očinskog		Linije kao osnovni materijal za selekciju na broj redaca		Prinos zrna sa 14% vlage q/ha	% pojedinih redaca u prinosu								
		single crossevi	single crossevi	single crossevi	single crossevi		12	14	16	12+14	18	20	22	24	20+22
1.* 18	16 16	16 18	16 14	12 12	12 14	104,31	—	2,4	22,6	25,0	38,1	27,3	8,6	1,0	36,9
2.* 18	16 16	16 18	16 14	12 12	12 14	103,39	0,5	6,8	23,7	31,0	38,0	23,0	6,6	1,4	31,0
1. 18	18 18	18 18	20 18	16 16	16 16	101,19	—	1,7	14,8	16,5	37,4	28,4	14,8	2,9	46,1
2. 18	18 18	18 18	20 18	16 16	16 16	101,25	—	3,4	15,4	19,0	37,6	30,9	9,2	3,3	43,4
1. 18	18 18	18 18	18 18	18 18	18 18	99,25	—	1,5	10,6	12,1	37,6	31,7	14,5	4,1	50,3
2. 18	18 18	18 18	18 18	18 18	18 18	97,67	—	0,4	1,5	14,9	16,8	29,9	15,7	4,4	48,0

1.* = gustoća 47619 biljaka na ha

2.* = gustoća 57142 biljke na ha

Međutim kod manjeg sklopa dobiveno je znatno procentualno povećanje klipova s povećanim brojem redova (20, 22, 24), dok je jasno uočeno procentualno opadanje nižih redaca (12, 14, 16).

Godine 1960. na Poljoprivrednoj stanici Sesvete proveden je pokus s različitim redcima double crossa Iowa 4417 u 5 različitim gustoćama i dobiveni su rezultati koje vidimo na tabeli 6.

Utjecaj gustoće sklopa na prinos kod različitih redaca double crossa Iowa 4417, 1960. god.

Tab. 6

Gustoća biljaka/ha	Redac			
	14	16	18	20
	Prinos zrna sa 14% vlage q/ha			
41666	83,20	88,00	86,00	85,52
55554	85,72	93,00	90,90	90,95
64813	100,28	100,78	99,42	95,08
74072	101,35	107,68	100,18	100,60
83333	105,55	114,92	107,48	108,42
Prosjek prinosa	95,22	100,88	96,78	96,12
Signif. razlika P = 5%	13,84	15,89	9,35	12,43
Signif. razlika P = 1%	—	—	13,13	—

Rezultati ukazuju da nije dobivena signifikantna razlika u visini prinosa kod različitog broja redova, a jednake gustoće sklopa. Povećanjem gustoće sklopa kod svih se redaca pokazuje tendencija povećanja prinosa.

S povećanjem gustoće sklopa opada kod svih redaca težina zrna na biljci (tab. 7) a time kvalitet klipa i zrna u tolikoj mjeri da gustoća iznad 64813 biljaka na ha prestaje biti proizvodno interesantna.

Utjecaj gustoće sklopa na težinu zrna po biljci kod različitih redaca double crossa Iowa 4417

Tab. 7

Gustoća sklopa	Redac			
	14	16	18	20
	Težina zrna sa 14% vlage po biljci, g			
41666	200	211	206	205
55554	154	167	164	164
64813	155	155	153	147
74072	137	145	135	136
83333	127	138	129	130

Treba dalje istaknuti da viši redci sadrže prilikom berbe i tokom uskladi-
vanja signifikantno veći postotak vlage u zrnu (tab. 8)

**Sadržaj vlage u zrnu kukuruza kod različitih redaca
double crossa Iowa 4417 u sklopu 41666 biljaka/ha**

Tab. 8

Redac	Sadržaj vlage u zrnu kod berbe
12	18,92
14	19,19
16	19,47
18	19,74
20	20,34
22	21,15
Signif. razlika P = 5%	0,41
Signif. razlika P = 1%	0,56

Između načina, sjetve, između gnojidbe stajskim i mineralnim gnojivi-
ma, te između navodnjavanja (2 puta u toku vegetacije) i nenavodnjavanja
nema signifikantnih razlika u broju redova zrna na klip (tab. 9).

ZAKLJUČCI

1. Potomstvo različitih redaca iste linije, single crossa i double crossa
pokazuje razlike u pojedinim fiziološkim i morfološkim osobinama (me-
li-
čanje, svilanje, broj redova zrna na klip).

2. Uočljiva je tendencija da viši redci daju veće postotke viših redaca, a
smanjuje se procentualno učešće nižih redaca, što se odražava na tendenciji
povećanja prinosa.

3. Kod povećanja gustoće sklopa, jače gnojidbe i navodnjavanja izrazi-
tiju tendenciju povećanja prinosa pokazuje potomstvo procentualno najza-
stupljenijeg redca u komponentama hibrida.

4. Za potpunije razumijevanje uloge broja redova kao jedne od osnovnih
komponenta prinosa, potrebno je u daljnjim istraživanjima posebnu pažnju
obratiti na odnose težine zrna i oklaska i vlage, vegetacijskog prostora i vi-
sine biljke.

Utjecaj raznih načina sjetve i gnojidbe stajskim i mineralnim gnojivima te navodnjavanja na broj redova zrna na klipu kod double crossa Bc 590, 1963. godine

Tab. 9

Ispitivani faktor	% pojedinih redaca u prinosu								Srednja vrijednost \bar{x}	Stand. devijacija s
	12	14	16	18	20	22	22	22		
1. NACINI SJETVE										
Sjetva u redove 75 × 25 cm	3,6	14,0	39,6	33,8	7,5	1,5	1,5	16,66	1,93	
Sjetva u trake 100—60 × 25 cm	4,4	15,1	38,3	31,2	9,1	1,9	1,9	16,61	2,07	
2. GNOJIDBA STAJ. I MINER. GNOJ.*										
Bez st. gnojiva + N ₄₀ P ₁₂₈ K ₁₂₀	4,3	14,9	35,9	37,5	5,9	1,5	1,5	16,60	1,98	
Bez st. gnojiva + N ₈₀ P ₁₂₈ K ₁₂₀	2,6	13,7	38,2	35,4	8,7	1,4	1,4	16,75	1,90	
200 mtc/ha st. gnojiva + N ₄₀ P ₆₄ K ₁₂₀	3,0	12,1	42,2	30,7	9,3	2,7	2,7	16,79	2,15	
200 mtc/ha st. gnojiva + N ₆₀ P ₉₆ K ₁₆₀	4,6	18,2	40,1	30,2	6,1	0,8	0,8	16,58	2,25	
200 mtc/ha st. gnojiva + N ₈₀ P ₁₂₈ K ₂₀₀	5,6	15,2	37,0	31,0	9,8	1,4	1,4	16,65	2,16	
400 mtc/ha st. gnojiva + N ₄₀ P ₆₄ K ₁₂₀	2,3	10,7	39,3	36,5	8,9	2,3	2,3	16,84	2,17	
600 mtc/ha st. gnojiva + N ₄₀ P ₆₄ K ₁₂₀	1,6	18,2	38,9	32,5	4,8	4,0	4,0	16,65	2,02	
Nenavodnjavano	4,1	14,6	39,4	33,0	7,8	1,1	1,1	16,60	1,98	
Navodnjavano	3,8	14,4	38,6	32,5	8,5	2,2	2,2	16,67	2,00	

* Osnovna gnojidba; u toku vegetacije kod svih varijanata gnojidbe stajskim i mineralnim gnojivima dato je još 80 kg/ha čistog N hraniva u 2 prihranjivanja.

CONCLUSIONS

1. Off springs of various kernel row number corns within the same line, single cross and double cross manifeste the differences in some morphological and phisiological characters (tasseling) silking and row number per ear.
2. It is obvious that the plants having more rows per ear bear a greater percentage of the plants with more rows per ear and the participation percentage of low row number plants in the yield is lowered, the result of this is a tendency of yield rise.
3. With the increased number of plants per hectare, with the increased manuring and with the irrigation applied a more stressed tendency of yield rise in offspring is manifested according to the percentage of the most participating row number corn in hybrid.
4. In order to clarify more completely the role of row number per ear as one of the fundamental component factors of the yield it will be necessary in the further investigations to pay a special attention to the relation of grain weight to the cob weight, to the percentage of water content, to the vegetation space and to the height of plant.

SELECTED REFERENCES

1. EMERSON R. A. and SMITH H. H.: Inheritance of number of kernel rows in maize. Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Ithaca, New York, Memoir 296, 1950.
2. FREEMAN W. H.: The relation of size, shape and position of the maize ear at early stages of development to kernel-row number. Master's thesis, Univ. of Illinois Library. 1940.
3. LENG E. R.: Effects of heterosis on the major components of grain yield in corn. Agr. J. 11, 1954.