

Mr Dragoljub Maksimović,
Zavod za strna žita, Kragujevac

NASLEĐIVANJE BROJA REDOVA ZRNA I KVANTITATIVNIH OSOBINA KOD JEČMA

UVOD I METODIKA RADA

Važno je proučavanje genetičkih svojstava u ukrštanjima unutar istog varijeteta i različitih varijeteta ječma, jer se neka svojstva različito ponašaju u F_1 i F_2 generaciji.

Naš cilj je bio da se ispita ponašanje alternativne osobine broja redova na klasu i nekih kvantitativnih svojstava ukrštanjem japanskog ječma (var. erectum) koja ima dvoredni, zbijen klas i krupno zrno i nemačke višeredne sorte Hauter (var. pallidum).

Roditeljski parovi (sorte Hakataza i Hauter) se razlikuju u više osobina, različitog su porekla po postanku i uzgojene su u vrlo različitim klimatskim uslovima.

Svojstva hibrida F_1 i F_2 generacije i roditelja osmatrana su samo na jednoj lokaciji u Kragujevcu.

Analizirana svojstva obračunata su i analizirana za celu hibridnu populaciju i po sličnim fenotipovima svrstanih u grupe unutar hibridne populacije.

Heritabilnost F_2 generacije populacije i hibridnih grupa sličnih fenotipova unutar populacije određena je po formuli Mahmud-a i Kramer-a (1951), a koja glasi:

$$h^2 = \frac{6^2F_2 - \sqrt{6^2p_1 \cdot 6^2p_2}}{6^2F_2} \cdot 100$$

6^2F_2 je varijanca hibrida F_2 generacije

6^2p_1 i p_2 su varijance roditelja sorata Hakataza i Hauter.

Odnos fenotipova biljaka dvorednog i višerednog ječma F_2 generacije proveren X^2 testom kod vrednosti P_5 i 1% (Prema Petz-u, 1964).

Odnosi pojedinih svojstava su analizirani na osnovu proseka.

Za analizu svojstva odabrana je ova kombinacija zbog toga, što japanska sorta Hakataza za poslednjih šest godina u Kragujevcu nije polegla, dok ostale dvoredne sorte sve poležu.

Neke izdvojene linije iz ove kombinacije odlikuju se velikom otpornošću protiv poleganja i sada se nalaze u umnožavanju semena i testiranju na druge osobine.

LITERATURA O PROBLEMU

Veliki broj istraživača je pronašao u ukrštanjima dvorednog i višerednog ječma da u F_1 deneraciji dominira dvoredni, a u F_2 generaciji da eksperimentalni odnos odgovara teoretskom odnosu 3 dvoredne : 1 višerednoj biljci, Odnos fenotipova da odgovara Mendelovom zakonu o monohibridnom nasleđivanju (Tavčar, 1952).

Pronađeni gen koji uslovljava broj redi zrna na klasu nalazi se na prvom hromozomu povezan je brojem kolenaca na klasnom vretenu (Kump, 1950) i genom za genetsku mušku sterilnost (Milohnić, 1964) koji su isto tako locirani na prvom hromozomu.

Hoffmann i ostali (1956) daju tumačenje da na broj redova kod ječma utiču dve posebne serije alela. Prva serija je vezana za lokus na prvom hromozomu, a druga koja se odnosi na intermedijarni ječam i pojavu osja na sekundarnim redovima i koja dolazi do izražaja u ukrštanjima s istočno-azijskim tipovima ječma, nalazi se u vezanoj grupi osobina na četvrtom hromozomu. Samo genotipovi ječma V^dV^{dii} su čisti dvoredni ječmovi.

Plodnost sekundarnih redova klasa zavisi pored lokusa I serije i od dužine rachile. Ako je duža rachila, manja je fertilitnost (Huber, 1931 i Weidemann, 1927).

Nenormalnosti u plodnosti i pojavi osja mogu da nastupe usled izmenjenih uslova svetlosti i temperatura od IV do VI etape organogenoze (Kupermanova, 1962).

Pronađeno je da je plodnost klasa u jakoj povezanosti s osatošću klasa (dužina osja i karakter osja na sekundarnim redovima).

Dužinu stabljike uslovljava delovanje četiri gena. Ukrštanjem ječma duge i niske stabljike u F_1 generaciji se dobijaju intermedijarne biljke a u F_2 generaciji je složeno nasleđivanje (Tschermak, 1923; Ubish, 1919; Smith, 1951, prema Miržinskoj i drugima, 1966).

U nekim ukrštanjima osobina dužine stabljike je uslovljena od delovanja jednog gena.

Na nasleđivanju dužine stabljike i na utvrđivanju nasledne veze između ove osobine i svojstva zrna s plevama i bez pleva je radila Kump (1948).

Dužina klasa je uslovljena delovanjem više kumulativnih gena.

Višeredni ječam ima manje članaka na klasnom vretenu od dvorednog.

Ukrštanjem dvorednog ječma s većim brojem kolenaca na klasnom vretenu i višerednog ozimog ječma s manjim brojem kolenaca dobija se u F_1 generaciji intermedijarno potomstvo u broju kolenaca na klasnom vretenu. Spajanjem ovih osobina moguće je dobiti višeredni ječam s istim brojem kolenaca kao kod dvorednog (Tavčar, 1958, prema Miržinskoj, 1966).

Gustinu klasa uslovljavaju tri kumulativna nezavisna faktora.

Po Huberu (prema Miržinskoj, 1966) gustinu klasa kompaktnost tipa uslovljava dominantan faktor, a to su utvrdili (Takezaki, 1927; Huber, 1931; Thayer i Harlan, 1920; Wexelsen, 1934; Smith, 1951; Robertson, 1941; Hagberg, 1950, 1952; Nybom, 1950 i Nöcel, 1952).

Težina 1000 zrna je uslovljena od 2—3 kumulativna gena i prilično zavisi od delovanja spoljne sredine. Sterilnost klasaka u klasu povećava apsolutnu težinu formiranih zrna u klasu ječma. Ukrštanjem sorata s dugim i kratkim zrnom u F_1 generaciji biljke su s dugim zrnom, koja su u većem procentu zastupljena i u F_2 generaciji (Biffen, 1907; Fraser 1921; prema Miržinskoj i drugima, 1966).

Na koeficijentu naslednosti osobina ječma radio je Litun (1969) i dobio je koeficijente naslednosti za visinu biljaka 0,50; produktivno bokorenje 0,10 (koji se približno podudaraju s našim koeficijentima naslednosti za celu populaciju gde su uključene sve grupe fenotipova); dužina klasa 0,05, broj klasaka u klasu 0,20; broj zrna u klasu 0,16 i težina zrna 0,08) koji se razlikuju od naših koeficijenata).

Neki podaci iz literature su korišćeni s predavanja dr Ruže Heneberg na III stupnju studija.

REZULTATI RADA

Rezultati rada su prikazani u sledećih 6 tabela:

Tabela 1a Nasleđivanje broja redova zrna na klasu kod kombinacije Hakataza x Hauter

Roditelji i hibridi	Broj biljaka	Broj redi
Hakataza	—	2
F ₁ generacija	5	2
Hauter	—	6

1b Odnos fenotipova u F₂ generaciji

Fenotip	e	t	e-t	(e-t) ²	(e-t) ²		Verovatnost (P)	
					t	5%	1%	
dvoredni	1260	1225	5	25	0,02			
višeredni	413	418	5	25	0,06			
Svega:	1673	1673	—	—	X ² = 0,08	3,841	6,635	

Tabela 2 Neke osobine roditeljskih sorata i hibrida F₁ i F₂ generacije kod kombinacije Hakataza x Hauter

Roditelji i hibridi	Broj biljaka n	Dužina biljaka u cm		Dužina klasa u cm		Produktivno bokorenje	
		M	± m	M	± m	M	± m
F ₁ Hakataza	5	112,40±	1,22	7,20±	0,22	14,20±	1,11
Hibridi F ₁	5	124,00	3,76	9,31	0,31	29,20	4,80
P ₁ Hauter	5	104,20	2,19	9,69	0,41	20,40	2,75
P ₂ Hakataza	21	108,15	0,96	7,32	0,08	5,16	0,49
Hibridi F ₂ generacije svih grupa	134	115,49	1,57	8,06	0,24	9,63	0,88
Unutar populacije:							
— dvoredni tip							
majke	11	125,90	2,13	9,31	0,24	10,10	0,55
— dvoredni lepezan	4	124,20	2,50	7,84	0,18	10,20	0,57
— dvoredni različite forme klasa	19	120,10	1,21	8,35	0,26	10,80	0,71
— višeredni zbijen klas	20	116,50	1,38	8,91	0,20	9,19	0,71
— višeredni kraće biljke	16	106,50	1,25	6,87	0,17	8,14	0,89
— višeredni erectum	4	106,30	2,15	7,20	0,48	9,20	2,35
— višeredni intermedijarni po osju	27	116,13	1,17	8,49	0,24	10,10	0,74
— višeredni tip oca	33	108,31	0,81	7,48	0,15	9,30	0,51
P ₂ Hauter	27	109,00	1,10	8,54	0,15	7,16	0,66

Tabela 3 Broj plodnih i neplodnih klasaka i kolenaca na klosnom vretenu i težina zrna po klasu kod kombinacije Hakataza x Hauter

Roditelji i hibridi F ₂ generacije	Broj biljaka	Prosečan broj plodnih i neplod- nih klasaka				Kolenaca na klasnom vretenu		Težina zrna na po klasu u gramima	
		n	M ± m	M ± m	M ± m	M ± m	M ± m		
Hakataza (majka)	25	26,90 ± 0,27	1,57 ± 0,09	29,19 ± 0,25	1,692 ± 0,002				
Cela populacija F ₂ generacije	64	40,22 1,45	5,46 0,50	27,70 0,50	1,945 0,074				
Grupe sličnih fenotipova unutar populacije:									
— dvoredni tip majke	10	28,35 0,67	1,60 0,08	30,09 0,52	1,688 0,061				
— dvoredni lepezan	4	29,71 1,38	2,37 0,14	31,32 0,67	1,809 0,063				
— dvoredni, zbijen, širi klas	5	25,20 0,83	2,52 0,05	26,40 0,80	1,605 0,084				
— dvoredni rastre- sit klas	4	26,20 0,92	2,43 0,18	29,32 1,63	1,577 0,030				
— dvoredni zbijen, uži klas	6	28,63 0,76	1,75 0,22	29,74 1,06	1,622 0,058				
— višeredni inter- medijarni po osju	15	59,55 2,65	17,09 1,33	26,41 0,61	2,321 0,098				
— višeredni, uspra- van, zbijen klas	4	64,40 3,19	8,80 1,49	25,10 1,64	2,407 0,156				
— višeredni tip oca.	16	59,73 1,23	7,12 0,54	23,23 0,54	2,529 0,039				
Hauter (otac)	12	47,15 1,85	9,34 0,76	21,04 0,83	1,628 0,139				

Tabela 4 Krupnoća semena i težina 1000 zrna u gramima roditelja i hibrida F₂ generacije kod kombinacije Hakataza x Hauter

Roditelji i hibridi F ₂ generacije	Krupnoća semena u procentima					Težina 1000 zrna
	3 mm	2,5 mm	2,0 mm	1,5 mm	1,5 mm	
Hakataza (majka)	88,27	10,35	1,17	0,00	0,00	60,28
F ₂ generacija po grupama sličnih fenotipova:						
— dvoredni tip majke	80,55	19,45	0,00	0,00	0,00	—
— dvoredni lepezan	81,27	18,73	0,00	0,00	0,00	—
— dvoredni zbijen klas	93,53	5,84	0,63	0,00	0,00	61,04
— dvoredni rastresit klas	82,84	15,35	1,81	0,00	0,00	58,30
— višeredni intermedijarni po osju	52,05	10,19	33,65	3,47	0,64	40,42
— višeredni tip oca	32,55	37,42	28,39	1,32	0,22	42,63
Hauter	37,39	47,21	13,48	1,42	0,48	50,15

Tabela 5 Procenat heritabilnosti populacije F₂ generacije i njenih hibridnih grupa sličnih fenotipova kod dužine biljaka, klasa i produktivnog bokorenja

Roditelji i hibridi F ₂ generacije	Standardne devijacije i % heritabilnosti svojstava					
	Dužina biljaka u cm		Dužina klasa u cm		Produktivno bokorenje	
	6	h ²	6	h ²	6	h ²
Hakataza (majka)	4,40	—	0,36	—	2,26	—
Populacija svih grupa F ₂ generacije	6,35	+43,26	0,86	+62,25	2,99	+12,79
Grupe unutar populacije:						
— dvoredni tip majke	7,87	+63,06	0,78	+54,44	1,83	—132,82
— dvoredni lepezan	4,50	—12,99	0,36	—113,89	1,15	—489,55
— dvoredni razne forme klasa	6,43	+44,65	1,12	+77,90	3,10	+1,89
— višeredni, zbijen klas	8,32	+66,94	0,81	+57,75	3,18	+22,90
— višeredni kraće biljke	6,52	+46,18	0,68	+40,05	3,56	+38,48
— višeredni, uspravan zbijen klas	5,55	+25,71	0,97	+70,52	4,35	+58,80
— višeredni intermedijarni po osju	6,95	+52,63	1,26	+82,54	3,83	+46,85
— višeredni tip oca	4,68	—4,47	0,88	+64,20	2,94	+9,80
Hauter (otac)	5,20	—	0,77	—	3,45	—

Tabela 6 Procenat heritabilnosti populacije F_2 generacije i njenih hibridnih grupa sličnih genotipova kod svojstava broj kolenaca na klasnom vretenu, broj zrna po klasu i težine zrna po klasu u gramima kod kombinacije Hakataza x Hauter

Roditelji i hibridi F_2 generacije	Standardne devijacije i % heritabilnosti svojstava					
	Kolenaca po klasu		Zrna po klasu		Težina zrna po klasu u gramima	
	6	h^2	6	h^2	6	h^2
Hakataza (majka)	1,28	—	1,35	—	0,009	—
Populacija svih grupa F_2 generacije	2,70	+49,45	4,51	+57,47	0,198	+89,03
Grupe unutar populacije:						
— dvoredni tip majke	5,30	+86,83	6,18	+77,31	0,192	+88,35
— dvoredni lepezan	1,35	-103,30	2,76	-13,78	0,256	+93,43
— dvoredni rastresit.	3,26	+65,19	1,85	-153,24	0,060	-19,44
— dvoredni, zbijen uži klas	2,61	+45,67	1,87	-147,85	0,143	+78,92
— dvoredni, zbijen, širi klas	1,80	-14,20	1,87	-147,85	0,084	+38,57
— višeredni intermedijarni po osju	2,37	+34,16	10,26	+91,77	0,380	+97,02
— višeredni, uspravan zbijen klas	3,29	+65,80	6,39	+78,77	0,312	+95,58
— višeredni tip oca	1,66	-34,54	4,93	+64,34	0,158	+82,80
Hauter (otac)	2,89	—	6,42	—	0,482	—

ANALIZA REZULTATA

U ovoj kombinaciji u F_1 generaciji dominirao je dvoredni tip klasa, a u F_2 generaciji dobijen je odnos fenotipova 3,05 dvorednih : 1 višerednoj biljci koji odgovara teoretskom odnosu 3:1.

U F_2 generaciji dobijene su različite forme klasa kao dvoredni lepezan, dvoredni širi, uži zbijen klas i dvoredni rastresit klas. Od višerednih fenotipova nađeni su sa zbijenim erectum intermedijarnim i rastresitim klasom.

Hibridi F_1 generacije odlikuju se većom dužinom biljaka i produktivnim bokorenjem od oba roditelja, a dužina klasa se približava roditelju s dužim rastresitim klasom.

Izraženi heterozis u F_1 generaciji ispoljio se i u F_2 generaciji. Neke hibridne grupe istih fenotipova imaju veće prosečne vrednosti kod dužine biljaka, klasa i produktivnog bokorenja od oba roditelja.

Broj plodnih klasaka na klasnom vretenu je manji posmatrano za celu populaciju od roditelja s većim brojem klasaka sorte Hauter, dok neke hibridne grupe imaju više plodnih klasaka od oba roditelja. Najveći broj klasaka ima višeredni ječam zbijenog i erectum klasa.

Najviše sterilnih klasaka na sekundarnim redovima imali su fenotipovi višerednog ječma s kratkim ili bez osja na sekundarnim redovima.

Grupa dvorednog ječma sa zbijenim klasom i širim ima najveću težinu 1000 zrna i najveći procenat zrna većih od 3 mm. Krupnoća zrna je u tesnoj korelaciji s brojem redova zrna na klasu i to s dvorednim klasom.

Broj kolenaca na klasnom vretenu kod hibrida približno je jednak roditelju s većim brojem kolenaca a to je dvoredna sorta Hakataza sa zbijenim i erectum klasom. Dvoredni tipovi hibridnih biljaka imaju veći broj kolenaca od višerednih, a to se podudara s istraživanjima Kump (1950) i Tavčar-a (1952). Grupa hibridnih biljaka s lepezastim klasom ima najveći broj kolenaca na klasnom vretenu, najveći broj plodnih klasaka i težinu zrna po klasu. Od višerednih tipova klasa najveću težinu po klasu imao je višeredni ječam s rastresitim klasom s kojim se karakteriše sorta Hauter.

U F_2 generaciji jako se manifestovao heterozis kod hibridnih grupa, a kod svojstava dužina stabljike, produktivno bokorenje, broj plodnih klasaka, broj kolenaca na klasnom vretenu, a nešto manje u težini zrna po klasu, krupnoći zrna i težini 1000 zrna.

Heritabilnost je pozitivna kod svih ispitivanih osobina za populaciju gde su uključene sve grupe hibrida sličnih fenotipova i iznosi za F_2 generaciju kod dužine biljaka 43,26%, dužine klasa 62,25%, produktivnosti bokorenja 12,79%, kolenaca po klasu 49,45%, zrna po klasu 57,47% i težine zrna po klasu 89,03%. Međutim unutar gde je genetska varijabilnost manja od oba roditelja heritabilnost je negativna veća od 100%, ali u ukupnom obračunu za celu populaciju heritabilnost je pozitivna i normalno manja od 100%.

Najveći procenat naslednosti u populaciji dobijen je kod osobine težine zrna 89,03, a kod hibridne grupe višeredni intermedijum po pojavi osja na sekundarnim redovima i to kod iste osobine +97,02%.

Detaljniji rad bi bio kada bi se odvojio uticaj godine, lokacije i zemljišta od genetskih faktora a to bi trebalo uraditi u narednom periodu.

Z A K L J U Č C I

Na osnovu dobijenih rezultata u F_1 i F_2 generaciji kod kombinacije Hakataza x Hauter mogu se doneti sledeći zaključci:

1. Ukrštanjem dvorednog ječma japanske sorte Hakataza i vešeredne sorte Hauter poreklom iz Nemačke u F_1 generaciji dominirao je dvoredni tip klasa, a u F_2 generaciji dobijen je odnos fenotipova 3,05 dvorednih: 1 višerednoj biljci i taj odnos je opravdan po X^2 testu i odgovara teoretskom odnosu 3:1.

2. Hibridi F_1 generacije imaju duže biljke i produktivno bokorenje od oba roditelja, a dužina klasa nešto je manja od roditelja sorte Hauter s dužim rastresitim klasom.

3. Hibridi F_2 generacije imaju isto dužu visinu biljaka i produktivno bokorenje od oba roditelja, a kraći klas od roditeljske sorte Hauter.

4. Broj plodnih klasaka na plodna dva reda kod dvorednog ječma je procentualno veći nego kod višerednog na 6 plodnih redova.

5. Najveći procenat sterilnih klasaka je kod višerednog intermedijarnog ječma s kratkim osjem ili bez osja na sekundarnim redovima.

6. Dvoredni tipovi ječma imaju veći broj kolenaca na klasnom vretenu od višerednih, a od dvorednih najveći broj kolenaca ima dvoredni lepezan.

7. Hibridi F_2 generacije imaju veću težinu zrna po klasu od oba roditelja. Višeredne hibridne grupe imaju veću težinu zrna po klasu od dvorednih, a od dvorednih ječmova lepezan ima veću težinu zrna od svih hibridnih grupa i od oba roditelja.

8. Veći procenat krupnih zrna preko 2,5 i 3 mm imaju dvoredni tipovi ječma, a od njih najveću grupa ječma sa zbijenim i širim klasom. Ova grupa ima isto najveću težinu 1000 zrna, veću od dvoredne roditeljske sorte Hakataza.

9. Lepezasti oblik klasa je jako povezan sa dvorednim ječmom, kraćim, širim i zbijenim klasom, sa velikim brojem kolenaca na klasnom vretenu, većim brojem plodnih klasaka i težinom zrna po klasu.

10. Posmatrajući prosečne vrednosti svojstava grupa hibrida F_2 generacije vidi se da su svojstva dužina stabljike, produktivno bokorenje, broj plodnih klasaka na klasnom vretenu i broj kolenaca jače povezani, nego težina zrna po klasu, težina 1000 zrna i krupnoća zrna.

11. Najveća pozitivna heritabilnost je dobijena za celu populaciju kod svojstava težina zrna po klasu i iznosi 89,03%. Kod hibridne grupe sličnih genotipova tj. fenotipova najveća je pozitivna heritabilnost kod iste osobine i iznosi 97,02% (grupa višeredni intermadijarni ječam po osju na sekundarnim redovima).

12. Posmatrajući celu hibridnu populaciju sa svim genetskim razlikama dobila se svuda pozitivna heritabilnost. Međutim, unutar grupa gde je variranje manje od oba roditelja po biljkama, naslednost je negativna i preko 100%.

13. Proučavanje ovih osobina ima značaja u genetičkim istraživanjima, načinu odabiranja i stvaranja sorata s boljim osobinama.

L I T E R A T U R A

- Zonjić, I. i Đokić, A.: Osobine klasa i osja hibrida ječma *Hordeum distichum* x *H. vulgare* v. *pallidum* u F_1 i F_2 generaciji. Zbornik radova Poljoprivrednog fakulteta, sv. 2. Beograd, 1955. Fröer, K., Hoffmann, W., Sandegren E., Thunreus, H.: Gerste (*Hordeum vulgare* L.). Handbuch der Pflanzzüchtung, 2. Auflage, Berlin, 1956.
- Kump, M.: Nasleđivanje brojnosti kolenaca na klasnom vretenu ozimog golog i obuvenog ječma (*Hordeum distichum* Jess i prirod zrna. Poljoprivredna znanstvena smotra 12:141-162. Zagreb, 1950.
- Kump, M.: Nasleđivanje nekih kvantitativnih svojstava kod ozimog ječma (*Hordeum sativum* Jess). Jug. akademija, knjiga V : 245—268, 1953.
- Milohnić, J: Sterilitet polena kod ječma (*Hordeum sativum* Jess) i lokacija odnosnih gena. Jug. akademija znanosti i umetnosti, knj. 335, strana 45—64. Zagreb, 1964.
- Petz, B.: Osnovne statističke metode. Zagreb, 1964.
- Smiljaković, J. i saradnici.: Ječam, raž i ovas. Zadržna knjiga. Beograd, 1966.
- Tavčar, A.: Osnovi genetike. Školska knjiga, Zagreb, 1952.
- Tavčar, A.: Uzgoj ozimog golog ječma pomoću bastardacije. Poljoprivredna naučna smotra 3 : 38—52, 1941.
- Tavčar, A.: Biometrika u poljoprivredi, Zagreb, 1946.