

UTJECAJ UMJETNIH I PRIRODNIH INFEKCIJA PŠENICE
S *Fusarium Graminearum* Schw. NA NAJVAŽNIJE
KOMPONENTE URODA ZRNA*

**EFFECT OF ARTIFICIAL AND NATURAL INFECTIONS OF
WHEAT WITH *Fusarium Graminearum* Schw. ON THE MOST
IMPORTANT GRAIN YIELD COMPONENTS**

S. Tomasović

SAŽETAK

Za razliku od uroda zrna, prema našem iskustvu, prilikom procjene otpornosti pšenice na fuzarioze klasa (*Fusarium graminearum* Schw.), veću sigurnost i objektivnost u vezi s utjecajem navedenog patogena na komponente uroda zrna pokazale su masa 1000 zrna i masa zrna po klasu, a napose broj zrna po klasu. Od navedenih komponenti uroda, masa 1000 zrna jedna je od najmjerodavnijih pokazatelja za procjenu utjecaja *Fusariuma* na smanjenje uroda pšenice. Slično vrijedi i za masu zrna po klasu, koja se, u usporedbi s masom 1000 zrna, u našim istraživanjima pokazala mjerodavnijom za ocjenjivanje razine otpornosti. Razlike u masi 1000 zrna u oba pokusa su očite, i to mase 1000 zrna u uvjetima umjetne zaraze bile su znatno niže od onih u uvjetima prirodne zaraze. Utjecaj *Fusarium graminearum* Schw. na broj zrna po klasu od neobične je važnosti, jer umjetna infekcija provedena pravovremeno može znatno umanjiti broj zrna po klasu i to osobito u fazi cvatnje kada najviše dolazi do abortiranja cvjetova. Prema dobivenim rezultatima naših istraživanja broj zrna po klasu može se smatrati najvažnijom komponentom uroda zrna u odnosu na utjecaj *Fusarium graminearum* Schw. na sniženje uroda zrna. Provedenom analizom varijance dobivena je značajna opravdanost F-testa kod pokusa 1 i 2 u uvjetima umjetne i prirodne zaraze. Razlike u broju zrna po

XXXIII znanstveni skup hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem, Pula, 25-28. veljače, 1997.

klasu među genotipovima (izvori otpornosti - roditelji) odnosno križancima F_1 i $F_1 \times F_1$ generacije su velike kako u uvjetima umjetne, tako i u uvjetima prirodne zaraze.

Ključne riječi: *Fusarium graminearum* Schw., *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*, oplemenjivanje pšenice, procjena razine otpornosti, komponente uroda zrna, masa 1000 zrna, masa zrna po klasu, roj zrna po klasu, poljski pokusi, umjetna i prirodna zaraza.

ABSTRACT

Evaluations of wheat resistance to fusarium on spike (*Fusarium graminearum* Schw.) have proved that, 1000-kernel weight, kernel weight per spike and especially number of grains per spike are much more reliable and objective indicators of the pathogen's influence on grain yield components than the grain yield itself. Of the mentioned yield components 1000-kernel weight is one of the most reliable indicators for evaluating the effect of *Fusarium* on reductions in grain yield. Similar applies to kernel weight per spike, which in our investigations proved to be a more reliable indicator of resistance than 1000-kernel weight. The differences in 1000-kernel weight were evident in both trials i.e. 1000-kernel weight was much lower in artificial conditions than what it was under natural. The effect of *Fusarium graminearum* Schw. on the number of kernels per spike is very important because if applied on time, artificial infection may considerably reduce the number of kernels per spike, especially during anthesis as a result of florets abortion. According to our investigations the number of kernels per spike is the most important grain yield component in relation to the influence of *Fusarium graminearum* Schw. on grain yield reduction. Applying the analysis of variance a considerable significance of F-test was obtained in trials 1 and 2 both in artificial and natural infection. The difference in number of kernels per spike among the genotypes (sources of resistance - parents) and the crosses of F_1 and $F_1 \times F_1$ generation was big in both conditions.

Key words: *Fusarium graminearum* Schw., *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*, wheat breeding, evaluation of resistance, grain yield components, 1000-kernel weight, kernel weight per spike, number of kernels per spike, field trials, artificial and natural infection.

UVOD

Sorta je prvi činilac proizvodnje, jer predstavlja kapacitet koji treba iskoristiti (genetski potencijal sorte). Ako se zna da je sorta jedan od osnovnih činilaca u proizvodnji pšenice, te da je udio sorte u izgradnji zrna kod visokorodnih genotipova oko 50% (Borojević, 1981.; Potočanac, 1984.), očite su mogućnosti povećanja uroda i kakvoće uvođenjem novih visokoproduktivnih sorti u proizvodnji. Međutim, genetski potencijal rodnosti ne ostvaruje se u potpunosti zbog utjecaja negativnih činilaca, koji djeluju na urod i kakvoću zrna i brašna. Jedan od ograničavajućih činilaca uroda, u cjelini uzeto, su bolesti pšenice, koje izazivaju gljive. U ovom slučaju radi se o fuzarijskoj paleži klasa, koju najčešće izaziva *Fusarium graminearum* Schw.

Intenziviranjem proizvodnje upravo *Fusarium* vrste (*Fusarium graminearum* Schw. najčešće, a u najnovije vrijeme i *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*) izazivaju kod pšenice fuzarijsku palež klasa i predstavljaju jednog od glavnih parazita današnjeg intenzivnog uzgoja pšenice (gusti sklop, veća upotreba dušičnih gnojiva, sniženje visine stabljike i dr.) (Milatović, Vlahović, Tomasović, 1982.; Tomasović, Vlahović, Milatović, 1983.; Čizmić, 1986.).

Zbog sve većeg značenja šteta izazvanih fuzariozama klasa, a čiji je jači napad na klasovima pšenice u Hrvatskoj uočen od 1975. godine, bio je glavni razlog da se u Institutu za oplemenjivanje i proizvodnju bilja u Zagrebu, 1978. godine pristupilo oplemenjivačkom programu na stvaranju sorata otpornih i na ovu bolest.

Ovim radom bila je namjera, da se izvrši procjena otpornosti pšenice na fuzarijsku palež klasa (*Fusarium graminearum* Schw. i u novije vrijeme *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*) i to utjecajem *Fusariuma* na najvažnije komponente uroda zrna u uvjetima umjetne i prirodne zaraze.

MATERIJAL I METODIKA ISTRAŽIVANJA

Fuzarioze klasa pšenice vrlo su značajna bolest u našim uvjetima proizvodnje. Zato je 1976. godine i započet sustavni rad na pronalaženju izvora otpornosti u svijetu, a osobito u područjima u kojima su fuzarioze klasa redovita bolest pšenice, i unošenje otpornosti u genotipove pogodne za intenzivnu proizvodnju na našem proizvodnom području. Kod izbora izvora otpornosti korištena je umjetna i prirodna zaraza. Tako od 1976. do 1996. godine u oba načina zaraze testiran je ogroman pšenični materijal, kako

domaćeg tako i stranog porijekla (preko 20.000 genotipova). Umjetna zaraza obavljena je u stadiju cvatnje pšenice, odnosno kada cvate 50% i više pšenice (64-65. anthesis stadij) (Tottman, Broad, 1987.). Zbog različitog genetskog materijala, odnosno različite dužine vegetacije, zaraza je obavljena u više navrata (najčešće 2-3 navrata), kod čega su uzimane vrijednosti najjače zaraze. Ocjena jačine napada (intenzitet napada, razina otpornosti) obavljena je po internacionalnoj skali od 0-5 (0-1 = R, 2 = MR, 3 = MS, 4 = S i 5 = VS (AS), gdje je 0 = nema zaraze, 5 = 75% oboljelih klasova). Ocjena je obavljena krajem mliječne i početkom voštane zrelosti pšenice, kada je najviše moguća vidljivost zaraze (77 kasni stadij mliječne zrelosti - 83 rani stadij voštane zrelosti) (Tottman, Broad, 1987.). Unutar testiranog materijala po razini otpornosti i boljim gospodarskim svojstvima isticalo se 25 sorti i linija pšenice, koje su uglavnom porijeklom iz Brazila, Kine, Japana, Rusije i Francuske.

U 1990. godini od 25 genotipova pšenice za križanja u 1991. godini, izdvojeno je 7 genotipova, koji su odabrani na osnovi ocjene intenziteta napada *Fusarium graminearum* Schw. i boljih gospodarskih svojstava pogodnih za naše uvjete proizvodnje. Kod izbora se vodilo računa i o zemljopisnoj udaljenosti, kao i o genetskoj varijabilnosti (divergentnosti) genotipova.

Križanci u ranim generacijama

Radi kumulacije gena otpornosti (frekvencija poželjnih gena) pšenice na *Fusarium graminearum* Schw., obavljena su 1991. godine međusobna križanja 7 odabranih izvora po shemi polovičnog dialela.

U 1992. godini izvršena su među-križanja F_1 generacija. Načinjene su 34 kombinacije dvostrukih križanja, kod čega su u svakoj kombinaciji zastupljena 4 različita roditelja, pretpostavljajući time da je veća mogućnost kumulacije poželjnih gena otpornosti.

U 1993. godini postavljena su 4 pokusa i to tako da je svaki pokus zasnovan od odgovarajućih kombinacija dvostrukih križanja ($F_1 \times F_1$ križanci), njihovih F_1 kombinacija križanja, te roditelja (izvora otpornosti). Naime, od 34 kombinacije dvostrukih križanja načinjena su četiri pokusa (dva u uvjetima umjetne i dva u uvjetima prirodne infekcije), i to na osnovi raspoložive količine zrna. Pokusi su postavljeni na sljedeći način:

Pokus 1 7 roditelja
 13 F_1 kombinacija križanja
 17 $F_1 \times F_1$ kombinacija križanja

UKUPNO 37 članova x 5 repeticija
(umjetna i prirodna infekcija)

Pokus 2 7 roditelja
 11 F_1 kombinacija križanja
 17 $F_1 \times F_1$ kombinacija križanja

UKUPNO 35 članova \times 3 repeticije
(umjetna i prirodna infekcija)

Svaki pokus postavljen je u dva načina infekcije (umjetna i prirodna infekcija), tj.

pokus 1 (umjetna i prirodna infekcija)

pokus 2 (umjetna i prirodna infekcija)

Osnovna parcelica je na osnovi 1-og reda dužine 1,20 m. Razmak između redova je bio 0,30 m. Zbog dovoljne količine sjemena roditelji su sijani u 2 reda (20 zrna). Križanci F_1 i $F_1 \times F_1$ (F_2 -derivirana generacija) sijani su u 1 red (10 zrna/red), dok su prazna mjesta popunjena ječmom radi uvjeta uzgoja.

Pokusni su postavljeni po blok-metodi slučajnim rasporedom. Pokusi u uvjetima umjetne infekcije bili su prostorno udaljeni (cca 200 m) od pokusa u uvjetima prirodne infekcije. Između pokusa još je bila posijana raž da se onemogući prenošenje spora patogena *Fusarium graminearum* Schw. U pokusima su istovremeno testirani roditelji (izvori otpornosti), križanci F_1 i $F_1 \times F_1$ generacije na otpornost na *Fusarium graminearum* Schw. Testiranje je obavljeno radi izbora najotpornijih kombinacija križanja prema navedenoj bolesti u svrhu daljnjih križanja radi oplemenjivanja novih Zg-izvora otpornosti, koji bi se kao takvi kombinirali u program oplemenjivanja pšenice Bc Instituta za oplemenjivanje i proizvodnju bilja u Zagrebu.

Procjena otpornosti pšenice na fuzarioze klasa

Umjetna infekcija s odabranim izolatima *Fusarium graminearum* Schw. najčešće u stadiju cvatnje pšenice na polju, glavni je test pomoću kojeg se ispituje uspješnost unošenja svojstva otpornosti jednostrukim i višestrukim

križanjima u pojedine genotipove. U procjeni otpornosti korišten je utjecaj navedenog patogena na najvažnije komponente uroda zrna u uvjetima umjetne i prirodne infekcije.

Ispitan je utjecaj *Fusarium graminearum* Schw. na sljedeća svojstva:

- masa 1000 zrna (g)
- masa zrna po klasu (g)
- broj zrna po klasu.

U uvjetima umjetne i prirodne infekcije uz prostornu izolaciju (200 m) u 1993. godini zasnovani su poljski pokusi (4 pokusa i to dva pokusa u uvjetima umjetne infekcije jedan u 5 repeticija, a drugi u 3 repeticije na osnovi raspoložive količine zrna, te istovjetno takvi pokusi u uvjetima prirodne infekcije. Naime, zasnovane su 34 različite kombinacije dvostrukih križanja $F_1 \times F_1$ generacije, s time da su u usporedbi korišteni isti roditelji (izvori otpornosti) u oba pokusa, te 11 F_1 kombinacija križanja istih u oba pokusa i još 2 F_1 različite kombinacije križanja u pokusu 1).

Pokus 1 (u uvjetima umjetne infekcije - 5 repeticija) - obuhvatio je analizom 2.448 biljaka, tako da je najmanji broj biljaka bio u 5-oj repeticiji (452 biljke), a najveći u 1-oj repeticiji (541 biljke). Analizirano je ukupno 23.469 klasova, tako da je najmanji broj klasova bio 4.412 (5-repeticija), a najveći 5.116 klasova (1 repeticija):

U analognom pokusu u uvjetima prirodne infekcije analizom je obuhvaćeno 1.781 biljki, tako da je najmanji broj biljaka bio 319 (1-repeticija), a najveći broj biljaka bio je 391 (3-repeticije). Analizom je obuhvaćeno 13.646 klasova, tako da je najmanji broj klasova bio 2.422 (1-repeticija), a najveći broj klasova bio je 2.967 (3-repeticija).

Pokus 2 (u uvjetima umjetne infekcije - 3 repeticije) - analizom je obuhvaćeno 1.004 biljke, tako da je najmanji broj biljaka bio 329 (3-repeticija), a najveći broj biljaka bio je 341 (1-repeticija). Analizom je obuhvaćeno ukupno 9.899 klasova. Najmanji broj klasova iznosio je 3.145 (3-repeticija), a najveći broj klasova bio je 3.381 (1-repeticija). U analognom pokusu u uvjetima prirodne infekcije analizom je obuhvaćeno 1.015 biljaka. Najveći broj biljaka iznosio je 344 (3-repeticija), a najmanji broj biljaka bio je 333 (2-repeticija). Analizom je obuhvaćeno ukupno 6.997 klasova. Najmanji broj klasova bio je 2.258 (2-repeticija), a najveći broj klasova iznosio je 2.470 klasova (3-repeticija).

Masa 1000 zrna (g) po repetaciji - dobivena je tako, da je ukupna masa po biljkama po kombinaciji podijeljena s ukupnim brojem zrna.

Masa zrna po klasu (g) po repetaciji - dobivena je na taj način, da je ukupna masa po biljkama unutar svake kombinacije podijeljena s ukupnim brojem klasova.

Broj zrna po klasu po repetaciji - dobiven je tako, da je ukupni broj zrna unutar svake kombinacije podijeljen s ukupnim brojem klasova.

U tijeku procesa selekcije pšenice na otpornost na *Fusarium graminearum* Schw. obavljeno je testiranje linija izvedenih iz križanja izvora otpornosti međusobno, odnosno izvora otpornosti s genotipovima dobrih gospodarskih osobina. Linije su se ispitivale na otpornost na navedeni patogen u uvjetima prirodne, a posebice u uvjetima umjetne infekcije (rasadnik *Fusarium*-a počevši od F_2 generacije na dalje, križanci ranijih, a posebice kasnijih generacija).

Statistička obrada rezultata

Rezultati pokusa (pokus 1 i pokus 2) iz 1993. godine (izvori otpornosti s njihovim križancima F_1 i $F_1 \times F_1$ generacije u uvjetima umjetne i prirodne infekcije u prostornoj izolaciji), (svi pokusi postavljeni po blok-metodi slučajnim rasporedom), statistički su obrađeni po blok-metodi analize varijance (ANOV-a).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

REZULTATI ANALIZE VARIJANCE (ANOV-a) PO SVOJSTVIMA

Rezultati analize varijance za sva istraživana svojstva u uvjetima umjetne odnosno prirodne zaraze prikazani su na tablici 1.

F-test za masu 1000 zrna signifikantan je u uvjetima prirodne zaraze u pokusu I, dok u ostalim slučajevima nije izražena njegova opravdanost. Za razliku od mase 1000 zrna, kod mase zrna po klasu (produkcija po klasu) utvrđena je značajna različitost među genotipovima (križancima) u pokusu I, kako u uvjetima umjetne, tako i u uvjetima prirodne zaraze. Međutim, to isto nije utvrđeno u pokusu II.

Rezultati analize varijance svojstva "broj zrna po klasu" upućuju na signifikantnu različitost među genotipovima (križancima) u uvjetima umjetne zaraze u oba pokusa, te u prirodne zaraze za pokus I.

Tablica 1 Rezultati analize varijance (ANOV-e) po svojstvima u pokusima

Red. br.	Svojstva	Opravdanost F - testa			
		Umjetna infekcija		Prirodna infekcija	
		Pokus I	Pokus II	Pokus I	Pokus II
1.	Masa 1000 zrna (g)	—	—	++	—
2.	Masa zrna po klasu (g)	++	—	++	—
3.	Broj zrna po klasu	++	++	++	—

Napomena: ++ znači signifikantnost uz P = 1%

— znači nesignifikantnost uz P = 1%

UTJECAJ *Fusarium graminearum* Schw. NA NAJVAŽNIJE KOMPONENTE URODA ZRNA PŠENICE

Utjecaj *Fusarium graminearum* Schw. na masu 1000 zrna

Pokus 1

Masa 1000 zrna (g) vrlo je važan pokazatelj utjecaja *Fusarium graminearum* Schw. na urod zrna i jedan je od najpouzdanijih pokazatelja utjecaja spomenutog patogena na smanjenje uroda zrna.

U pokusu 1 opravdan je F-test u uvjetima prirodne infekcije, ali ne i u uvjetima umjetne infekcije (tablica 2).

U uvjetima umjetne infekcije najveća masa 1000 zrna (g) dobivena je kod Roazon (31,18 g), a najniža kod Toropi (28,16 g). U uvjetima prirodne infekcije najveća masa 1000 zrna dobivena je kod Roazon (50,00 g), a najniža kod Encruzilhada (39,47 g). Razlike su visoko signifikantne.

Kod jednostrukih križanaca F₁ generacije u uvjetima umjetne infekcije najveća masa 1000 zrna dobivena je u kombinaciji križanja Toropi x Encruzilhada (40,22 g), a najniža masa 1000 zrna bila je u kombinaciji križanja Bizel x Balaya-cerkov (20,03 g).

U uvjetima prirodne infekcije najveća masa 1000 zrna dobivena je kod kombinacije križanja Bizel x Poncheau (51,70 g), a najniža masa 1000 zrna dobivena je u kombinaciji križanja Mironovskaya 808 x Balaya-cerkov (41,77 g). Razlike su visoko signifikantne. Isto tako razlike su vrlo značajne i u odnosu na roditelje.

Tablica 2 Utjecaj *Fusarium graminearum* Schw. na masu 1000 zrna kod nekih izvora otpornosti pšenice u usporedbi s njihovim jednostrukim i dvostrukim križancima F_1 i $F_1 \times F_1$ generacije u 1993. godini

Pokus 1

Masa 1000 zrna (g)				
	Umjetna infekcija	Prirodna infekcija	Smanjenje mase 1000 zrna u %	Pros. smanjenje u % \bar{x}
Roditelji i F_1 križanci				
1. Toropi (Trp)	28.16	43.04	34.6	31.3
2. Roazon (Rzn)	31.18	50.00	37.6	
3. Encruzilhada (Ecr)	29.12	39.47	26.2	
4. Bizel (Bzl)	28.86	40.12	28.0	
5. Mironovskaya 808 (M-808)	29.28	43.50	32.7	
6. Balaya-cerkov (Blc)	28.32	40.20	29.6	
7. Poncheau (Pnc)	30.85	44.63	30.9	
1. (Trp x Ecr)	40.22	49.85	19.3	24.1
2. (Trp x Bzl)	34.12	42.37	19.5	
3. (Rzn x Ecr)	37.77	51.40	26.5	
4. (Rzn x Bzl)	31.88	42.50	24.9	
5. (Rzn x M-808)	36.96	48.61	23.9	
6. (Rzn x Blc)	35.08	44.35	20.0	
7. (Rzn x Pnc)	38.24	48.18	20.6	
8. (Bzl x M-808)	35.04	51.24	31.6	
9. (Bzl x Blc)	29.03	44.89	35.3	
10. (Bzl x Pnc)	35.00	51.70	32.3	
11. (M-808 x Blc)	37.23	41.77	10.9	
12. (M-808 x Pnc)	35.88	47.55	24.5	
13. (Blc x Pnc)	37.20	48.81	23.8	

LSD 0.05 - F-test neopravdan - 5.35

LSD 0.01 - F-test neopravdan - 7.03

Nastavlja se na sljedećoj stranici

S. Tomasović: Utjecaj umjetnih i prirodnih infekcija pšenice s *Fusarium graminearum* Schw. na najvažnije komponente uroda zrna

Masa 1000 zrna (g)				
	Umjetna infekcija	Prirodna infekcija	Smanjenje mase 1000 zrna u %	Prosj. smanjenje u % \bar{x}
F ₁ x F ₁ križanci				
1. /(TrpxBzl)x(M-808xPnc)/	35.01	43.49	10.5	20.7
2. /TrpxBzl)x(BlcxPnc)/	40.38	45.36	10.9	
3. /(RznxEcr)x(BzlxPnc)/	39.73	42.24	5.9	
4. /RznxEcr)x(M-808xBlc)/	40.26	43.36	7.1	
5. /RznxEcr)x(M-808xPnc)/	35.10	50.03	29.8	
6. /RznxBzl)x(M-808xBlc)/	35.14	40.89	14.0	
7. /RznxBzl)x(M-808xPnc)/	37.12	46.41	20.0	
8. /RznxBzl)x(BlcxPnc)/	35.22	42.25	16.6	
9. /RznxM-808)x(TrpxBzl)/	31.84	47.46	32.9	
10. /RznxBlc)x(BzlxM-808)/	34.81	48.32	27.9	
11. /RznxBlc)x(M-808xPnc)/	34.15	47.27	27.8	
12. /(BzlxM-808)x(RznxEcr)/	30.20	50.45	40.1	
13. /(BzlxM-808)x(RznxPnc)/	37.03	48.52	23.7	
14. /(BzlxM-808)x(BlcxPnc)/	38.14	42.09	9.4	
15. /(BzlxBlc)x(M-808xPnc)/	33.91	49.57	31.6	
16. /(BzlxPnc)x(M-808xBlc)/	33.86	47.07	28.0	
17. /(M-808xBlc)x(TrpxEcr)/	39.34	47.03	16.3	

Kod dvostrukih kombinacija križanja F₁x F₁ generacije u uvjetima umjetne infekcije najveća masa 1000 zrna dobivena je u kombinaciji križanja /(Toropi x Bizel) x (Balaya-cerkov x Poncheau)/ (40,38 g), a najniža masa 1000 zrna dobivena je u kombinaciji križanja /(Bizel x Mironovskaya 808) x (Roazon x Encruzilhada)/ (30,20 g) U uvjetima prirodne infekcije najveća masa 1000 zrna dobivena je u kombinaciji križanja /(Bizel x Mironovskaya 808) x (Roazon x Balaya-cerkov)/ (50,49 g), a najmanja masa 1000 zrna dobivena je u kombinaciji križanja /(Roazon x Bizel) x (Mironovskaya 808 x Balaya-cerkov)/ (40,89 g). Razlike su visoko signifikantne.

Pokus 2

Analiza varijance i neopravdan F-test, pokazuju da niti u uvjetima umjetne, niti u uvjetima prirodne infekcije nema značajnih različitosti u masi 1000 zrna istraživanih genotipova (tablica 3).

Tablica 3 Utjecaj *Fusarium graminearum* Schw. na masu 1000 zrna kod nekih izvora otpornosti pšenice u usporedbi s njihovim jednostrukim i dvostrukim križancima F_1 i $F_1 \times F_1$ generacije u 1993. godini

Pokus 2

Masa 1000 zrna (g)				
	Umjetna infekcija	Prirodna infekcija	Smanjenje mase 1000 zrna u %	Prosj. smanjenje u % \bar{x}
Roditelji i F_1 križanci				
1. Toropi (Trp)	29.33	39.75	26.2	21.3
2. Roazon (Rzn)	31.45	40.07	21.5	
3. Encruzilhada (Ecr)	31.69	40.36	21.5	
4. Bizel (Bzl)	30.83	38.61	20.1	
5. Mironovskaya 808 (M-808)	30.27	40.87	25.9	
6. Balaya-cerkov (Blc)	32.68	39.49	17.2	
7. Poncheau (Pnc)	32.96	39.76	17.1	
1. (Trp x Ecr)	36.31	39.95	9.1	19.6
2. (Trp x Bzl)	35.42	42.67	17.0	
3. (Rzn x Ecr)	35.19	43.56	19.2	
4. (Rzn x Bzl)	32.53	45.64	28.7	
5. (Rzn x M-808)	33.91	41.06	17.4	
6. (Rzn x Blc)	34.38	49.34	30.3	
7. (Rzn x Pnc)	36.32	44.91	19.1	
8. (Bzl x Blc)	31.32	40.47	22.6	
9. (Bzl x Pnc)	34.07	41.90	18.7	
10. (M-808 x Blc)	33.51	43.73	23.4	
11. (Blc x Pnc)	36.44	40.77	10.6	

LSD 0.05

F-test neopravdan

LSD 0.01

F-test neopravdan

Nastavlja se na sljedećoj stranici

S. Tomasović: Utjecaj umjetnih i prirodnih infekcija pšenice s *Fusarium graminearum* Schw. na najvažnije komponente uroda zrna

Masa 1000 zrna (g)				
	Umjetna infekcija	Prirodna infekcija	Smanjenje mase 1000 zrna u %	Prosje. smanjenje u % \bar{x}
F ₁ xF ₁ križanci				
1. /(TrpxBzl)x(RznxEcr)/	37.35	45.91	18.6	20.5
2. /(RznxEcr)x(BlcxPnc)/	35.23	42.78	17.6	
3. /(RznxBzl)x(TrpxEcr)/	30.65	43.66	29.8	
4. /(RznxBzl)x(RznxPnc)/	42.00	47.64	11.8	
5. /(RznxBzl)x(BzlxPnc)/	33.76	44.02	23.3	
6. /(RznxM-808)x(BzlxBlc)/	34.84	42.51	18.0	
7. /(RznxM-808)x(BzlxPnc)/	37.55	48.08	21.9	
8. /(RznxM-808)x(BlcxPnc)/	40.30	45.49	11.4	
9. /(RznxBlc)x(TrpxBzl)/	32.97	44.42	25.8	
10. /(RznxPnc)x(TrpxEcr)/	33.01	43.60	24.3	
11. /(RznxPnc)x(TrpxBzl)/	34.49	44.38	22.3	
12. /(RznxPnc)x(BzlxBlc)/	39.27	49.01	19.9	
13. /(RznxPnc)x(M-808xBlc)/	37.93	41.75	9.1	
14. /(RznxPnc)x(BzlxPnc)/	36.37	48.77	25.4	
15. /(BzlxBlc)x(RznxEcr)/	37.01	47.07	21.4	
16. /(Bzl-Pnc)x(TrpxEcr)/	27.98	45.41	38.4	
17. /(M-808xBlc)x(TrpxBzl)/	37.01	41.11	10.0	

Razlog tome može se tražiti u činjenici, da je intenzitet napada *Fusarium graminearum* Schw. bio vrlo jak kako kod roditelja, tako i kod jednostrukih i dvostrukih križanaca F₁ i F₁xF₁ generacije. Mnoge kombinacije križanja bile su dosta napadnute u uvjetima umjetne i prirodne infekcije. Za pretpostaviti je, da su križanci, odnosno roditelji bili jednake razine otpornosti, što se odrazilo na smežuranost zrna, koja su bila lakša i kod vršidbe su odstranjena.

Kod roditelja u uvjetima umjetne infekcije najveća masa 1000 zrna dobivena je kod Poncheaua (32,96 g), a najmanja masa 1000 zrna bila je kod

Toropi (29,33 g). U uvjetima prirodne infekcije najveća masa 1000 zrna ostvarena je kod Mironovskaya 808 (40,87 g), a najmanja masa 1000 zrna dobivena je kod Bizela (38,61 g).

Kod jednostrukih križanaca F_1 generacije u prosjeku su dobivene nešto veće mase 1000 zrna u odnosu na roditelje. To znači, da je napad patogena *Fusarium graminearum* Schw. na iste bio slabijeg intenziteta (za vjerovati je da je otpornost križanaca poboljšana u odnosu na roditelje). Tako u uvjetima umjetne infekcije najveća masa 1000 zrna dobivena je u kombinaciji križanja Balaya-cerkov x Poncheau (36,44 g), a najmanja masa 1000 zrna dobivena je u kombinaciji križanja Bizel x Balaya-cerkov (31,32 g). U uvjetima prirodne infekcije najveća masa 1000 zrna dobivena je u kombinaciji križanja Roazon x Balaya-cerkov (49,34 g), a najmanja masa 1000 zrna bila je u kombinaciji križanja Toropi x Encruzilhada (39,95 g).

Kod dvostrukih križanaca $F_1 \times F_1$ generacije zapaža se, da su mase 1000 zrna na razini ili nešto manje u odnosu na jednostruke križance F_1 generacije, ali su zato veće u donosu na roditelje u uvjetima umjetne infekcije. Dogle, u uvjetima prirodne infekcije mase 1000 zrna su nešto veće u odnosu na jednostruke križance F_1 generacije i roditelje. U uvjetima umjetne infekcije najveća masa 1000 zrna ostvarena je u kombinaciji križanja /(Roazon x Bizel) x (Roazon x Poncheau)/ (42,00 g), a najmanja masa 1000 zrna dobivena je u kombinaciji križanja /(Bizel x Poncheau) x (Toropi x Encruzilhada)/ (27,98 g). U uvjetima prirodne infekcije najveća masa 1000 zrna dobivena je u kombinaciji križanja /(Roazon x Poncheau) x (Bizel x Balaya-cerkov)/ (49,01 g), a najmanja masa 1000 zrna ostvarena je u kombinaciji križanja /(Mironovskaya 808 x Balaya-cerkov) x (Toropi x Bizel)/ (41,11 g).

Utjecaj *Fusarium graminearum* Schw. na masu zrna po klasu

Pokus 1

Masa zrna po klasu (produkcija po klasu) je rezultanta broja zrna po klasu i mase 1000 zrna. Također je jedan od najpouzdanijih pokazatelja utjecaja *Fusarium graminearum* Schw. na smanjenje uroda zrna pšenice.

Iz rezultata ANOV-e i signifikantnog F-testa proizlazi, da je *Fusarium graminearum* Schw. različito utjecao na križance F_1 i $F_1 \times F_1$ generacije i njihove roditelje. U prosjeku roditelji su se pokazali osjetljivijima na napad navedenog

patogena u odnosu na njihove križance (umjetna i prirodna infekcija), odnosno križanci su imali bolju otpornost u odnosu na roditelje.

Iz pokusa 1 je vidljivo, da se roditelji nisu razlikovali u masi zrna po klasu (g). U uvjetima umjetne infekcije najveću masu zrna po klasu imao je Roazon (1,29 g), a najmanju masu zrna po klasu imala je Encruzilhada (0,89 g) (tablica 4).

U uvjetima prirodne infekcije najveće masu zrna po klasu imao je također Roazon (1,86 g) (krupno zrno), a najmanju masu zrna po klasu imala je Balaya-cerkov (1,50 g).

Jednostruki križanci F_1 generacije u uvjetima umjetne infekcije također su se razlikovali u masi zrna po klasu. Značajnost razlika izražena je na razini $LSD = 0,05\%$. Tako je najveća masa zrna po klasu bila u kombinaciji križanja Balaya-cerkov x Poncheau (1,55 g), a najmanja u kombinaciji križanja Roazon x Mironovskaya 808 (1,11 g). Kod nekoliko križanaca F_1 generacije je ostvarena veća masa zrna po klasu u odnosu na roditelje. Dobivene razlike vrlo su značajne. U uvjetima prirodne infekcije križanci F_1 generacije vrlo su se značajno razlikovali u masi zrna po klasu. Križanci F_1 generacije također su se vrlo značajno razlikovali u masi zrna po klasu i u odnosu na neke roditelje. Tako najveća masa zrna po klasu u uvjetima prirodne infekcije dobivena je u kombinaciji križanja Balaya-cerkov x Poncheau (2,11 g), a najmanja u kombinaciji križanja Toropi x Bizel (1,43 g).

Kod dvostrukih križanaca $F_1 \times F_1$ generacije u uvjetima umjetne infekcije u prosjeku dobivena je nešto veća masa zrna po klasu, odnosno bolje rečeno na razini jednostrukih križanaca F_1 generacije i znatno veća u odnosu na roditelje. Između pojedinih kombinacija utvrđene su vrlo značajne razlike. Najveća masa zrna po klasu u uvjetima umjetne infekcije dobivena je u kombinaciji križanja /(Roazon x Encruzilhada) x (Mironovskaya 808 x Balaya-cerkov)/ (1,75 g), a najmanja u kombinaciji križanja /(Bizel x Mironovskaya 808) x (Roazon x Encruzilhada)/ (0,98 g). Razlike su visoko značajne. U uvjetima prirodne infekcije u prosjeku je također dobivena veća masa zrna po klasu u odnosu na jednostruke križance F_1 generacije i roditelje. Kod nekoliko kombinacija dvostrukih križanja utvrđene su vrlo značajne razlike. Najveća masa zrna po klasu dobivena je u kombinaciji križanja /(Roazon x Bizel) x (Mironovskaya 808 x Balaya-cerkov)/ (2,38 g), a najmanja u kombinaciji križanja /(Toropi x Bizel) x (Mironovskaya 808 x Poncheau)/ (1,60 g).

S. Tomasović: Utjecaj umjetnih i prirodnih infekcija pšenice s *Fusarium graminearum* Schw. na najvažnije komponente uroda zrna

Tablica 4 Utjecaj *Fusarium graminearum* Schw. na masu zrna po klasu kod nekih izvora otpornosti pšenice u usporedbi s njihovim jednostrukim i dvostrukim križancima F_1 i $F_1 \times F_1$ generacije u 1993. godini

Pokus 1

Masa zrna po klasu (g)				
	Umjetna infekcija	Prirodna infekcija	Smanjenje mase zrna po klasu u %	Prosje. smanjenje u % \bar{x}
Roditelji i F_1 križanci				
1. Toropi (Trp)	1.17	1.80	35.0	32.9
2. Roazon (Rzn)	1.29	1.86	30.6	
3. Encruzilhada (Ecr)	0.89	1.51	41.0	
4. Bizel (Bzl)	1.00	1.66	41.3	
5. Mironovskaya 808 (M-808)	1.09	1.55	29.7	
6. Balaya-cerkov (Blc)	1.17	1.50	22.0	
7. Poncheau (Pnc)	1.14	1.65	30.9	
1. (Trp x Ecr)	1.33	1.68	20.8	17.5
2. (Trp x Bzl)	1.33	1.43	7.0	
3. (Rzn x Ecr)	1.53	1.80	15.0	
4. (Rzn x Bzl)	1.43	1.80	20.6	
5. (Rzn x M-808)	1.11	1.64	14.0	
6. (Rzn x Blc)	1.39	1.59	12.6	
7. (Rzn x Pnc)	1.43	1.82	21.4	
8. (Bzl x M-808)	1.48	1.75	15.4	
9. (Bzl x Blc)	1.23	1.72	28.5	
10. (Bzl x Pnc)	1.48	1.71	13.4	
11. (M-808 x Blc)	1.38	1.69	18.3	
12. (M-808 x Pnc)	1.52	1.78	14.6	
13. (Blc x Pnc)	1.55	2.11	26.5	

LSD 0.50

0.41

0.45

LSD 0.01

0.54

0.59

Nastavlja se na sljedećoj stranici

S. Tomasović: Utjecaj umjetnih i prirodnih infekcija pšenice s *Fusarium graminearum* Schw. na najvažnije komponente uroda zrna

Masa zrna po klasu (g)				
	Umjetna infekcija	Prirodna infekcija	Smanjenje mase zrna po klasu u %	Prosj. smanjenje u % \bar{x}
F ₁ x F ₁ križanci				
1. /(TrpxBzl)x(M-808xPnc)/	1.19	1.60	25.6	27.3
2. /TrpxBzl)x(BlcxPnc)/	1.46	2.15	32.0	
3. /(RznxEcr)x(BzlxPnc)/	1.60	2.03	21.2	
4. /RznxEcr)x(M-808xBlc)/	1.75	2.25	22.2	
5. /RznxEcr)x(M-808xPnc)/	1.22	1.94	37.1	
6. /RznxBzl)x(M-808xBlc)/	1.48	2.38	37.8	
7. /RznxBzl)x(M-808xPnc)/	1.73	2.01	13.9	
8. /RznxBzl)x(BlcxPnc)/	1.65	1.92	14.0	
9. /RznxM-808)x(TrpxBzl)/	1.53	1.81	15.5	
10. /RznxBlc)x(BzlxM-808)/	1.71	2.22	22.9	
11. /RznxBlc)x(M-808xPnc)/	1.68	1.70	1.2	
12. /(BzlxM-808)x(RznxEcr)/	0.98	1.86	17.3	
13. /(BzlxM-808)x(RznxPnc)/	1.33	2.02	34.1	
14. /(BzlxM-808)x(BlcxPnc)/	1.58	2.01	21.4	
15. /(BzlxBlc)x(M-808xPnc)/	1.17	1.77	33.9	
16. /(BzlxPnc)x(M-808xBlc)/	1.33	2.32	42.7	
17. /(BzlxPnc)x(M-808xBlc)/	1.21	2.04	40.7	

Pokus 2

F-test nije opravdan u uvjetima umjetne, kao ni u uvjetima prirodne infekcije. Vidljivo je, da su roditelji ostvarili različite mase zrna po klasu. U uvjetima umjetne infekcije kod Roazon-a je ostvarena najveća masa zrna po klasu (1,11 g), a najmanja kod Toropi (0,99 g).

U uvjetima prirodne infekcije najveća masa zrna po klasu dobivena je kod Toropi (1,75 g), a najmanja kod Mironovskaya 808 (1,46 g) (tablica 5).

Tablica 5. Utjecaju *Fusarium graminearum* Schw. na masu zrna po klasu kod nekih izvora otpornosti pšenice u usporedbi s njihovi mjednosturkim i dvosturki križancima F_1 i $F_1 \times F_1$ generacije u 1993. godini

Pokus 2

Masa zrna po klasu (g)				
	Umjetna infekcija	Prirodna infekcija	Smanjenje mase zrna po klasu u %	Prosj. smanjenje u % \bar{x}
Roditelji i F_1 križanci				
1. Toropi (Trp)	0.99	1.75	43.4	35.3
2. Roazon (Rzn)	1.11	1.74	36.2	
3. Encruzilhada (Ecr)	1.10	1.51	27.1	
4. Bazel (Bzl)	1.08	1.68	35.7	
5. Mironovskaya 808 (M-808)	1.02	1.46	30.1	
6. Balaya-cerkov (Blc)	1.05	1.61	34.8	
7. Poncheau (Pnc)	1.02	1.69	39.6	
1. (Trp x Ecr)	1.55	1.57	7.2	11.7
2. (Trp x Bzl)	1.42	1.59	10.7	
3. (Rzn x Ecr)	1.53	1.94	21.1	
4. (Rzn x Bzl)	1.52	1.54	1.3	
5. (Rzn x M-808)	1.43	1.61	11.2	
6. (Rzn x Blc)	1.34	1.55	13.5	
7. (Rzn x Pnc)	1.47	1.62	9.2	
8. (Bzl x Blc)	1.40	1.45	3.4	
9. (Bzl x Pnc)	1.45	1.55	6.4	
10. (M-808 x Blc)	1.20	1.69	29.0	
11. (Blc x Pnc)	1.35	1.61	16.1	

LSD 0.05

- F-test neopravdan

LSD 0.01

- F-test neopravdan

Nastavlja se na sljedećoj stranici

S. Tomasović: Utjecaj umjetnih i prirodnih infekcija pšenice s *Fusarium graminearum* Schw. na najvažnije komponente uroda zrna

Masa zrna po klasu (g)				
	Umjetna infekcija	Prirodna infekcija	Smanjenje mase zrna po klasu u %	Prosj. smanjenje u % \bar{x}
F ₁ x F ₁ križanci				
1. /(TrpxBzl)x(RznxEcr)/	1.34	2.34	42.7	17.4
2. /(RznxEcr)x(BlcxPnc)/	1.77	2.22	20.3	
3. /(RznxBzl)x(TrpxEcr)/	1.37	1.61	14.9	
4. /(RznxBzl)x(RznxPnc)/	1.57	1.68	6.5	
5. /(RznxBzl)x(BzlxPnc)/	1.66	2.20	24.5	
6. /(RznxM-808)x(BzlxBlc)/	1.39	1.52	8.5	
7. /(RznxM-808)x(BzlxPnc)/	1.34	1.65	18.8	
8. /(RznxM-808)x(BlcxPnc)/	1.72	2.00	14.0	
9. /(RznxBlc)x(TrpxBzl)/	1.44	1.66	13.2	
10. /(RznxPnc)x(TrpxEcr)/	1.40	1.67	16.2	
11. /(RznxPnc)x(TrpxBzl)/	1.42	1.81	21.5	
12. /(RznxPnc)x(BzlxBlc)/	1.53	1.60	4.4	
13. /(RznxPnc)x(M-808xBlc)/	1.57	1.67	5.9	
14. /(RznxPnc)x(BzlxPnc)/	1.55	1.84	15.8	
15. /(BzlxBlc)x(RznxEcr)/	1.50	1.70	11.8	
16. /(Bzl-Pnc)x(TrpxEcr)/	1.44	1.93	25.4	
17. /(M-808xBlc)x(TrpxBzl)/	1.22	1.80	32.2	

Kod jednostrukih križanaca F₁ generacije u uvjetima umjetne infekcije zapaža se, da su ostvarene veće mase zrna po klasu u odnosu na roditelje. Za pretpostaviti je, da je bio jači utjecaj patogena *Fusarium graminearum* Schw. na roditelje kod kojih je slabija otpornost u odnosu na jednostruke križance F₁ generacije. Najveću masu zrna po klasu imala je kombinacija križanja Toropi x Encruzilhada (1,55 g), a najmanju kombinacija Mironovskaya 808 x Balaia-cerkov (1,20 g).

U uvjetima prirodne infekcije najveća masa zrna po klasu ostvarena je kod kombinacije križanja Roazon x Encruzilhada (1,94 g), a najmanja u kombinaciji Bizel x Balaya-cerkov (1,45 g).

Kod dvostrukih križanaca $F_1 \times F_1$ generacije u uvjetima umjetne infekcije dobivena je masa zrna po klasu na razini jednostrukih križanaca F_1 generacije i znatno veća u odnosu na roditelje. Najveća masa zrna po klasu ostvarena je u kombinaciji križanja /(Roazon x Encruzilhada) x (Balaya-cerkov x Poncheau)/ (1,77 g), a najmanja u kombinaciji križanja /(Mironovskaya 808 x Balaya-cerkov) x (Toropi x Bizel)/ (1,22 g). U uvjetima prirodne infekcije najveća masa zrna po klasu ostvarena je kod kombinacije križanja /(Toropi x Bizel) x (Roazon x Encruzilhada)/ (2,34 g), a najmanja u kombinaciji križanja /(Roazon x Mironovskaya 808) x (Bizel x Balaya-cerkov)/ (1,52 g).

Utjecaj *Fusarium graminearum* Schw. na broj zrna po klasu

Pokus 1

Utjecaj umjetne infekcije (zaraze patogena) na broj zrna po klasu od neobičnog je značenja, jer umjetna infekcija provedena pravovremeno može znatno umanjiti broj zrna po klasu.

Iz rezultata pokusa 1 je vidljivo, da su se roditelji znatno razlikovali u uvjetima umjetne infekcije. Tako najveći broj zrna po klasu dobiven je kod Roazon-a (42,63), a najmanji broj zrna po klasu imala je Encruzilhada (29,97). Razlike su visoko značajne. U uvjetima prirodne infekcije najveći broj zrna po klasu dobiven je kod Toropi (44,60), a najmanji broj zrna po klasu imala je Mironovskaya 808 (36,67). Razlike su značajne na razini od $LSD=0,05\%$ (tablica 6).

Kod jednostrukih križanaca F_1 generacije u uvjetima umjetne infekcije dobiven je broj zrna na razini roditelja. Najveći broj zrna po klasu dobiven je u kombinaciji križanja Bizel x Poncheau (40,34), a najmanji broj zrna po klasu bio je u kombinaciji križanja Roazon x Encruzilhada (22,62). Razlike su visoko značajne. U uvjetima prirodne infekcije najveći broj zrna po klasu dobiven je u kombinaciji križanja Mironovskaya 808 x Poncheau (44,17), a najmanji u kombinaciji križanja Toropi x Encruzilhada (28,60). Razlike su visoko značajne. U uvjetima prirodne infekcije kod jednostrukih križanaca F_1 generacije uglavnom je dobiven broj zrna po klasu na razini roditelja, slično kao i u uvjetima umjetne infekcije.

Tablica 6 Utjecaj *Fusarium graminearum* Schw. na broj zrna po klasu kod nekih izvora otpornosti pšenice u usporedbi s njihovim jednostrukim i dvostrukim križancima F_1 i $F_1 \times F_1$ generacije u 1993. godini

Pokus 1

Broj zrna po klasu				
	Umjetna infekcija	Prirodna infekcija	Smanjenje broja zrna po klasu u %	Prosj. smanjenje u % \bar{x}
Roditelji i F_1 križanci				
1. Toropi (Trp)	38.91	44.60	12.8	10.4
2. Roazon (Rzn)	42.63	43.98	3.0	
3. Encruzilhada (Ecr)	29.97	37.10	19.2	
4. Bizel (Bzl)	37.98	38.29	8.0	
5. Mironovskaya 808 (M-808)	33.32	36.67	9.4	
6. Balaya-cerkov (Blc)	36.17	40.34	10.3	
7. Poncheau (Pnc)	35.14	38.94	9.8	
1. (Trp x Ecr)	25.89	28.60	9.5	13.7
2. (Trp x Bzl)	27.28	36.48	25.2	
3. (Rzn x Ecr)	22.62	40.64	44.3	
4. (Rzn x Bzl)	33.60	37.59	10.6	
5. (Rzn x M-808)	27.20	32.81	17.0	
6. (Rzn x Blc)	35.82	38.46	6.7	
7. (Rzn x Pnc)	34.88	37.66	7.4	
8. (Bzl x M-808)	37.04	37.38	0.9	
9. (Bzl x Blc)	37.34	40.76	20.1	
10. (Bzl x Pnc)	40.34	41.14	1.9	
11. (M-808 x Blc)	37.69	38.91	3.1	
12. (M-808 x Pnc)	36.45	44.17	17.5	
13. (Blc x Pnc)	35.72	41.46	13.8	

LSD 0.05

9.11

7.49

LSD 0.01

11.95

9.82

Nastavlja se na sljedećoj stranici

S. Tomasović: Utjecaj umjetnih i prirodnih infekcija pšenice s *Fusarium graminearum* Schw. na najvažnije komponente uroda zrna

Broj zrna po klasu				
	Umjetna infekcija	Prirodna infekcija	Smanjenje broja zrna po klasu u %	Prosj. smanjenje u % \bar{x}
F ₁ x F ₁ križanci				
1. /(TrpxBzl)x(M-808xPnc)/	33.69	37.70	10.6	12.3
2. /TrpxBzl)x(BlcxPnc)/	41.51	43.22	3.9	
3. /(RznxEcr)x(BzlxPnc)/	35.69	44.23	19.3	
4. /(RznxEcr)x(M-808xBlc)/	35.98	43.04	16.4	
5. /(RznxEcr)x(M-808xPnc)/	34.03	38.49	11.6	
6. /(RznxBzl)x(M-808xBlc)/	40.32	41.00	1.6	
7. /(RznxBzl)x(M-808xPnc)/	39.42	43.18	9.5	
8. /(RznxBzl)x(BlcxPnc)/	38.50	42.59	9.6	
9. /(RznxM-808)x(TrpxBzl)/	34.40	40.63	15.3	
10. /(RznxBlc)x(BzlxM-808)/	34.52	36.05	4.2	
11. /(RznxBlc)x(M-808xPnc)/	32.13	43.00	25.3	
12. /(BzlxM-808)x(RznxEcr)/	32.07	35.89	10.6	
13. /(BzlxM-808)x(RznxPnc)/	40.66	43.09	5.6	
14. /(BzlxM-808)x(BlcxPnc)/	41.39	45.49	9.0	
15. /(BzlxBlc)x(M-808xPnc)/	37.67	41.51	9.2	
16. /(BzlxPnc)x(M-808xBlc)/	40.36	51.75	22.0	
17. /(M-808xBlc)x(TrpxEcr)/	31.53	42.22	25.3	

Kod dvostrukih križanaca F₁x F₁ generacije u uvjetima umjetne infekcije u prosjeku dobiven je veći broj zrna po klasu u odnosu na roditelje, a osobito u odnosu na jednostruke križance F₁ generacije. U uvjetima umjetne infekcije najveći broj zrna po klasu dobiven je u kombinaciji križanja /(Toropi x Bizel) x (Balaya-cerkov x Poncheau) (41,51), a najmanji broj zrna po klasu dobiven je u kombinaciji križanja /(Mironovskaya 808 x Balaya-cerkov) x (Toropi x Encruzilhada)/ (31,53).

Razlike su visoko značajne. U uvjetima prirodne infekcije dobiven je u prosjeku veći broj zrna po klasu u odnosu na roditelje i jednostruke križance F₁

generacije. Najveći broj zrna po klasu ostvaren je u kombinaciji križanja /(Bizel x Poncheau) x /(Mironovskaya 808 x Balaya-cerkov)/ (51,75), a najmanji broj zrna po klasu dobiven je u kombinaciji križanja /(Bizel x Mironovskaya 808) x (Roazon x Encruzilhada)/ (35,89). Razlike su visoko značajne.

Pokus 2

F-test je bio signifikantan u uvjetima umjetne infekcije, ali ne i u uvjetima prirodne infekcije. Iz pokusa 2 je vidljivo, da se roditelji razlikuju u broju zrna po klasu. Tako u uvjetima umjetne infekcije najveći broj zrna po klasu dobiven je kod Roazon-a (38,01), a najmanji broj zrna po klasu ostvaren je u Encruzilhade (29,85). Razlike su značajne na razini od $LSD=0,05$. U uvjetima prirodne infekcije najveći broj zrna po klasu dobiven je kod Toropi (43,37), a najmanji broj zrna bio je u Encruzilhade (39,93) (tablica 7).

Kod jednostrukih križanaca F_1 generacije u uvjetima umjetne infekcije u prosjeku je dobiven broj zrna po klasu na razini roditelja. Najveći broj zrna po klasu dobiven je u kombinaciji križanja Roazon x Bizel (44,19), a najmanji broj zrna ostvaren je u kombinaciji križanja Mironovskaya 808 x Balaya-cerkov (30,36). Razlike su vrlo značajne. U uvjetima prirodne infekcije jednostruke kombinacije F_1 generacije ostvarile su različiti broj zrna po klasu. U prosjeku broj zrna po klasu bio je veći u odnosu na roditelje. Najveći broj zrna po klasu dobiven je u kombinaciji križanja Roazon x Balaya-cerkov (62,98), a najmanji broj zrna bio je u kombinaciji križanja Bizel x Balaya-cerkov (38,68).

Kod dvostrukih križanaca $F_1 \times F_1$ generacije u uvjetima umjetne infekcije u prosjeku je dobiven veći broj zrna po klasu u odnosu na jednostruke križance F_1 generacije, a pogotovo u odnosu na roditelje. Najveći broj zrna po klasu bio je u kombinaciji križanja /(Roazon x Encruzilhada) x (Balaya-cerkov x Poncheau)/ (43,79), a najmanji u kombinaciji križanja /(Roazon x Mironovskaya 808) x (Bizel x Poncheau)/ (30,10). Razlike su visoko značajne. U uvjetima prirodne infekcije kod dvostrukih kombinacija križanja $F_1 \times F_1$ generacije uglavnom je dobiven broj zrna po klasu na razini jednostrukih križanaca F_1 generacije i veći je u odnosu na roditelje. Najveći broj zrna po klasu ostvaren je s kombinacijom križanja /(Roazon x Encruzilhada) x (Balaya-cerkov x Poncheau)/ (54,19), a najmanji u kombinaciji križanja /(Roazon x Poncheau) x (Mironovskaya 808 x Balaya-cerkov)/ (37,82).

S. Tomasović: Utjecaj umjetnih i prirodnih infekcija pšenice s *Fusarium graminearum* Schw. na najvažnije komponente uroda zrna

Tablica 7. Utjecaju *Fusarium graminearum* Schw. na broj zrna po klasu kod nekih izvora otpornosti pšenice u usporedbi s njihovi mjednosturkim i dvosturki križancima F_1 i $F_1 \times F_1$ generacije u 1993. godini

Pokus 2

Broj zrna po klasu				
	Umjetna infekcija	Prirodna infekcija	Smanjenje broja zrna po klasu u %	Prosj. smanjenje u % \bar{x}
Roditelji i F_1 križanci				
1. Toropi (Trp)	36.16	43.37	16.6	15.9
2. Roazon (Rzn)	38.01	41.23	7.8	
3. Encruzilhada (Ecr)	29.85	39.93	25.2	
4. Bizel (Bzl)	33.74	42.26	20.2	
5. Mironovskaya 808 (M-808)	33.63	40.21	16.4	
6. Balaya-cerkov (Blc)	37.12	41.11	9.7	
7. Poncheau (Pnc)	34.40	40.82	15.7	
F_1 križanci				
1. (Trp x Ecr)	35.20	39.82	11.6	17.6
2. (Trp x Bzl)	34.00	40.37	15.8	
3. (Rzn x Ecr)	41.01	45.50	9.9	
4. (Rzn x Bzl)	44.19	46.55	5.0	
5. (Rzn x M-808)	34.47	43.38	20.5	
6. (Rzn x Blc)	34.96	62.98	44.5	
7. (Rzn x Pnc)	38.13	48.18	20.9	
8. (Bzl x Blc)	37.37	38.68	3.5	
9. (Bzl x Pnc)	30.85	45.59	32.3	
10. (M-808 x Blc)	30.36	41.35	26.6	
11. (Blc x Pnc)	38.04	39.22	3.0	

LSD 0.05

9.72

- F-test enopravdan

LSD 0.05

12.81

- F-test neopravdan

Nastavlja se na sljedećoj stranici

S. Tomasović: Utjecaj umjetnih i prirodnih infekcija pšenice s *Fusarium graminearum* Schw. na najvažnije komponente uroda zrna

Broj zrna po klasu				
	Umjetna infekcija	Prirodna infekcija	Smanjenje broja zrna po klasu u %	Prosj. smanjenje u % \bar{x}
F ₁ x F ₁ križanci				
1. /(TrpxBzl)x(RznxEcr)/	40.65	50.45	19.4	17.7
2. /(RznxEcr)x(BlcxPnc)/	43.79	54.19	19.2	
3. /(RznxBzl)x(TrpxEcr)/	36.70	46.55	21.2	
4. /(RznxBzl)x(RznxPnc)/	38.38	42.93	10.6	
5. /(RznxBzl)x(BzlxPnc)/	36.80	46.62	21.0	
6. /(RznxM-808)x(BzlxBlc)/	36.68	42.21	13.1	
7. /(RznxM-808)x(BzlxPnc)/	30.10	42.12	28.5	
8. /(RznxM-808)x(BlcxPnc)/	36.27	44.80	19.0	
9. /(RznxBlc)x(TrpxBzl)/	36.63	40.52	9.6	
10. /(RznxPnc)x(TrpxEcr)/	35.17	39.57	11.1	
11. /(RznxPnc)x(TrpxBzl)/	37.17	42.04	11.6	
12. /(RznxPnc)x(BzlxBlc)/	36.39	43.32	16.0	
13. /(RznxPnc)x(M-808xBlc)/	35.95	37.82	4.9	
14. /(RznxPnc)x(BzlxPnc)/	31.07	50.55	38.5	
15. /(BzlxBlc)x(RznxEcr)/	40.49	46.06	12.0	
16. /(Bzl-Pnc)x(TrpxEcr)/	43.54	49.18	11.5	
17. /(M-808xBlc)x(TrpxBzl)/	31.86	48.26	34.0	

RASPRAVA

U pogledu objašnjenja razine otpornosti pšenice na fuzarioze klasa, za razliku od uroda zrna, veću sigurnost i objektivnost u vezi utjecaja patogena *Fusarium graminearum* Schw. na komponente uroda zrna pokazale su sljedeće komponente uroda zrna: masa 1000 zrna, masa zrna po klasu i broj zrna po klasu. Međutim, nužno je istaći, da je provedenom analizom varijance dobivena neopravdanost F-testa za masu 1000 zrna kako u uvjetima umjetne,

tako i u uvjetima prirodne infekcije za oba pokusa (jedino je F-test bio opravdan za pokus 1 u prirodnoj infekciji). Time se nije moglo objasniti razlike u masi 1000 zrna između izvora otpornosti i njihovih križanaca F_1 i $F_1 \times F_1$ generacije. Budući da F-test nije opravdan, znači da nije bilo razlika među genotipovima (izvorima otpornosti) i njihovim križancima, odnosno da su ispitivani materijali bili vjerojatno podjednako osjetljivi na *Fusarium graminearum* Schw. Objašnjenje možda treba tražiti i u greški u postavljanju pokusa (heterogenost tla), ili u velikom broju članova u pokusu obrađenih blok-metodom slučajnim rasporedom analize varijance.

Unatoč svemu navedenom, razlike u masi 1000 zrna u oba pokusa su očite, i to mase 1000 zrna u uvjetima umjetne infekcije bile su znatno niže u odnosu na mase 1000 zrna u uvjetima prirodne infekcije. Tako je iz pokusa 1 vidljivo, da je smanjenje mase 1000 zrna kod roditelja u uvjetima umjetne infekcije u odnosu na prirodnu infekciju iznosilo u prosjeku 31,4%, tj. variralo je od 26,2% (Encruzilhada) do 37,6% (Roazon). Kod jednostrukih križanaca F_1 generacije smanjenje mase 1000 zrna u prosjeku je iznosilo 24,2%, tj. kretalo se od 10,9% Mironovskaya 808 x Balaya-cerkov do 35,3% Bizel x Balaya-cerkov. Kod dvostrukih križanaca $F_1 \times F_1$ generacije smanjenje mase 1000 zrna u uvjetima umjetne infekcije u prosjeku je iznosilo 21,3%, tj. variralo je od 5,9% / (Roazon x Encruzilhada) x (Bizel x Poncheau) / do 40,1% / (Bizel x Mironovskaya 808) x (Roazon x Encruzilhada) /.

Kod pokusa 2 smanjenje mase 1000 zrna u uvjetima umjetne infekcije u odnosu na prirodnu infekciju kod roditelja iznosilo je u prosjeku 21,4%, tj. variralo je od 17,1% (Poncheau) do 26,2% (Toropi). Kod jednostrukih križanaca F_1 generacije smanjenje mase 1000 zrna u uvjetima umjetne infekcije bilo je u prosjeku 19,6%, tj. iznosilo je od 9,1% Toropi x Encruzilhada do 30,3% Roazon x Balaya-cerkov. Kod dvostrukih križanaca $F_1 \times F_1$ generacije smanjenje mase 1000 zrna u uvjetima umjetne infekcije iznosilo je u prosjeku 20,5%, tj. variralo je od 9,1% / (Roazon x Poncheau) x (Mironovskaya 808 x Balaya-cerkov) / do 38,4% / (Bizel x Poncheau) x (Toropi x Encruzilhada) /.

Masa zrna po klasu je isto tako vrlo značajna za procjenu razine otpornosti pšenice na fuzarioze klase. Provedenom analizom varijance utvrđena je signifikantnost F-testa kod pokusa 1 u uvjetima umjetne i prirodne infekcije, ali to nije utvrđeno i u pokusu 2. Tako kao i kod mase 1000 zrna, ne postoje razlike među genotipovima (izvorima otpornosti) i križancima, pa izgleda da je napad *Fusarium graminearum* Schw. uzrokovao istovjetne posljedice. Međutim, razlike među genotipovima, odnosno križancima su vidljive i to tako da su mase zrna po klasu niže u uvjetima umjetne infekcije u odnosu na prirodnu infekciju. Kod roditelja u pokusu 1 postotak smanjenja mase zrna po

klasu u uvjetima umjetne infekcije u odnosu na prirodnu infekciju u prosjeku je iznosio 32,9%, odnosno kretao se od 22,0% (Balaya-cerkov) do 41,0% (Encruzilhada).

Kod jednostrukih križanaca F_1 generacije smanjenje mase zrna po klasu bilo je u prosjeku 17,5%, tj. kretalo se od 7,0% Toropi x Bizel do 28,5% Bizel x Balaya-cerkov. Kod dvostrukih križanaca $F_1 \times F_1$ generacije smanjenje mase zrna po klasu u uvjetima umjetne infekcije u odnosu na prirodnu infekciju u prosjeku je iznosilo 25,5%, odnosno variralo je od 1,2% /(Roazon x Balaya-cerkov) x (Mironovskaya 808 x Poncheau)/ do 47,3% /(Bizel x Mironovskaya 808) x (Roazon x Encruzilhada)/.

U pokusu 2 postotak smanjenja mase zrna po klasu u uvjetima umjetne infekcije u odnosu na prirodnu infekciju bio je u prosjeku kod roditelja 35,3%, tj. kretao se od 27,1% (Encruzilhada) do 43,4% (Toropi). Kod jednostrukih križanaca F_1 generacije smanjenje mase zrna po klasu iznosilo je 11,7% tj. kretalo se od 1,3% Roazon x Bizel do 29,0% Mironovskaya 808 x Balaya-cerkov. Kod dvostrukih križanaca $F_1 \times F_1$ generacije smanjenje mase zrna po klasu u uvjetima umjetne infekcije u odnosu na prirodnu infekciju bio je 17,4%, tj. variralo je od 4,4% /(Roazon x Poncheau) x (Bizel x Balaya-cerkov)/ do 42,7% /(Toropi x Bizel) x (Roazon x Encruzilhada)/.

Broj zrna po klasu vrlo je značajan pokazatelj utjecaja patogena *Fusarium graminearum* Schw. na smanjenje uroda zrna. Prema dobivenim rezultatima istraživanja može se smatrati najvažnijom komponentom uroda zrna u vezi s utjecajem patogena *Fusarium graminearum* Schw. na smanjenje uroda zrna. Provedenom analizom varijance dobivena je značajna opravdanost F-testa kod pokusa 1 i 2 u uvjetima umjetne i prirodne infekcije. Jedino nije izražena opravdanost F-testa kod pokusa 2 u uvjetima prirodne infekcije. Razlike u broju zrna po klasu među genotipovima, odnosno križancima F_1 i $F_1 \times F_1$ generacije velike su kako u uvjetima umjetne, tako i u uvjetima prirodne infekcije. Tako je u pokusu 1 smanjenje broja zrna po klasu kod roditelja u uvjetima umjetne infekcije u odnosu na prirodnu infekciju iznosilo 10,4%, tj. kretalo se od 3,0% (Roazon) do 19,2% (Encruzilhada). Kod jednostrukih križanaca F_1 generacije smanjenje broja zrna po klasu iznosilo je u prosjeku 13,7%, tj. kretalo se od 0,9% Bizel x Mironovskaya 808 do 44,3% Roazon x Encruzilhada. Kod dvostrukih kombinacija $F_1 \times F_1$ generacije smanjenje broja zrna po klasu u uvjetima umjetne infekcije u odnosu na prirodnu infekciju iznosilo je u prosjeku 12,3%, tj. kretalo se od 1,6% /(Roazon x Bizel) x (Mironovskaya 808 x Balaya-cerkov)/ do 25,3% /(Mironovskaya 808 x Balaya-cerkov) x (Toropi x Encruzilhada)/. U pokusu 2 kod roditelja smanjenje broja zrna po klasu u uvjetima umjetne infekcije u odnosu na prirodnu infekciju iznosilo je u prosjeku 15,9%, tj. variralo je od 7,8% (Roazon) do

25,2% (Encruzilhada). Kod jednostrukih križanaca F_1 generacije smanjenje broja zrna po klasu bilo je u prosjeku 17,6%, tj. kretalo se od 3,0% Balaya-cerkov x Poncheau do 44,5% Roazon x Balaya-cerkov. Kod dvostrukih križanaca $F_1 \times F_1$ generacije smanjenje broja zrna po klasu u uvjetima umjetne infekcije iznosilo je u prosjeku 17,7%, tj. kretalo se od 4,9% /(Bizel x Poncheau) x (Mironovskaya 808 x Balaya-cerkov)/ do 38,5% /(Roazon x Poncheau) x (Bizel x Poncheau)/.

Prema opisanim rezultatima može se kazati, da je masa 1000 zrna vrlo važan pokazatelj utjecaja *Fusarium graminearum* Schw. na urod zrna. Slično vrijedi za masu zrna po klasu, koja se u ovim istraživanjima pokazala mjerodavnijom u tumačenju razine otpornosti u odnosu na masu 1000 zrna. Veliki broj istraživača u svijetu, a i kod nas došao je do sličnih rezultata i objašnjenja (Bockman, 1958; Saur i Trottet, 1981; Saur, 1984; Luzzardi, 1984; Chaoferi i dr., 1986; Mielke, 1986; Spanakakis i Mielke, 1986; Mesterhazy, 1977, 1983; Jovićević, 1967, 1969; Korić i Tomasović, 1989).

Utjecaj patogena *Fusarium graminearum* Schw. na broj zrna po klasu od velikog je značenja. Umjetna infekcija provedena pravovremeno može znatno umanjiti broj zrna po klasu i to osobito u fazi cvatnje pšenice, kada najviše dolazi do abortiranja cvjetova. U ovim istraživanjima broj zrna po klasu bio je najvažniji pokazatelj utjecaja patogena *Fusarium graminearum* Schw. na smanjenje uroda zrna. Do sličnih rezultata u svojim istraživanjima, kao i tumačenjima došli su Saur i Trottet, 1981; Saur, 1984; Luzzardi, 1984; Mielke, 1986; Mesterhazy, 1977, 1983.

ZAKLJUČCI

Budući da je program unašanja otpornosti pšenice na fuzarijsku palež klasa (*Fusarium graminearum* Schw.) vrlo složen, prosudba otpornosti početnih izvora (roditelja) u usporedbi s njihovim križancima F_1 i $F_1 \times F_1$ generacije u dva poljska pokusa u uvjetima umjetne i prirodne infekcije (kontrola) u 1993. godini na spomenutu bolest, u ovom radu, obavljena je:

- putem najvažnijih komponenti uroda zrna: mase 1000 zrna, mase zrna po klasu i broja zrna po klasu i to kod svih gore navedenih u uvjetima umjetne i prirodne zaraze.

- Prosudba otpornosti pšenice na fuzarioze klasa putem komponenata uroda zrna, prema našim istraživanjima, pokazala se sigurnijom i objektivnijom za razliku od uroda zrna po biljci.

- Masa 1000 zrna jedna je od najmjerodavnijih pokazatelja za prosudbu utjecaja *Fusariuma* na smanjenje uroda pšenice. Slično vrijedi i za masu zrna

po klasu, koja se u usporedbi s masom 1000 zrna pokazala mjerodavnijom za prosudbu razine otpornosti.

- Prema dobivenim rezultatima istraživanja broj zrna po klasu, može se smatrati najvažnijom komponentom uroda zrna u prosudbi razine otpornosti. Razlike u broju zrna po klasu među genotipovima (početni izvori otpornosti) i njihovim križancima F_1 i $F_1 \times F_1$ generacije su velike i to u oba načina zaraze (značajna opravdanost F -testa kod pokusa 1 i 2 u uvjetima umjetne i prirodne zaraze).

LITERATURA

- Bockmann, H. (1958): Untersuchungen über die Braunfleckigkeit des Weizens im Sommer 1957. Phytopaht. Z., Bd 33 Heft 3.
- Borojević, S. (1981): Principi i metodi oplemenjivanja bilja. Rad. univerzitet "R. Čirpanov", Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Chaoferi, Z., X. Suisheng, Q. Cuning, B. Guihua (1986): Contribution to breeding wheat for scab resistance in China. 4th International Wheat Conference, 2-5 May, Rabat, Morocco.
- Čizmić, I. (1986): Fuzarioze pšenice i njihovo suzbijanje. Bilten "Poljodobra", Br. 3. 7-10, Zagreb.
- Jovićević, B. (1967): Proučavanje pojave belih i crno-pegavih zrna nekih sorti pšenice u Vojvodini. Savremena poljoprivreda, 7-8, 689-697, Novi Sad.
- Jovićević, B. (1969): Prilog proučavanju *Fusarium* spp. na semenu pšenice. Savremena poljoprivreda, 11-12, 523-530, Novi Sad.
- Korić, B., S. Tomasović, (1989): Utjecaj gljive *Fusarium graminearum* Schw. na sniženje uroda pšenice. Agronomski glasnik, br. 3, 49-53, Zagreb.
- Luzzardi, G. C. (1984): Wheat Breeding for scab resistance. Wheats for more tropical environments. Proceedings of the International Symposium. September 24-28, Mexico, D.F. The United Nations Development Programme and CIMMYT, 158-168.
- Mesterhazy, A. (1977): Reaction of winter wheat varieties to four *Fusarium* species. Phytopath. Z. 90:104-112.
- Mesterhazy, A. (1983): Breeding Wheat for Resistance to *Fusarium graminearum* and *Fusarium cumorum*. Z. Pfl-zuchtung 91:295-311.
- Mielke, H. (1986): Partial sterility in wheat. Information for integrated plant protection. Wheat, Barley and Triticale Abstracts, Vol. 3, No. 2, 141:1280.
- Milatović, I., V. Vlahović, S. Tomasović (1982): Otpornost klasova pšenice prema *Fusarium graminearum* Schw. Zaštita bilja, Vol. 33 (4), br. 162, 389-396, Beograd.

S. Tomasović: Utjecaj umjetnih i prirodnih infekcija pšenice s *Fusarium graminearum*
Schw. na najvažnije komponente uroda zrna

- Potočanac, J. (1984): Oplemenjivačko-genetski rad na stvaranju sorti pšenice. Rezultati i osobine stvorenih Zg-sorti i linija. Agronomski glasnik, Br. 6, 759-786, Zagreb.
- Saur, L., Trottet, M. (1981): Problems poses par le jugement du comportement de lignees de ble tendre et especes voi-sines vis-a-vis de deuy parasites de l'epi *Septoria nodorum* Berk. et *Fusarium roseum* (Link.) Sn. et H. Mise en evidence de quelques soures de resistance C. R. Acad. Fr., 67, 139-145.
- Saur, L. (1984): Comportent de quatre varieties de ble tendrer vis-a-vis de la fusariose de l'epi causes par *Fusarium roseum* var. *culmorum* (Schwabe) Sn. et H. Agronomie, 4 (10): 939-943.
- Spanakakis, A. and Mielke, H. (1986): Breeding Wheat for Resistance against *Fusarium culmorum*. 4th International Wheat Conference, 3-5 May, Rabat, Morocco.
- Tomasović, S., V. Vlahović, I. Milatović (1983): Breeding and studying wheat for resistance to *Fusarium* spp., especially to *Fusarium graminearum* Schw. Annu. Wheat Newsletter, Vol. 29, 162-164, Colorado state University, Fort Colins, CO, USA.
- Tottman, D. R., H. Broad (1987): Decimal code for growth stages of cereals. Annals of Applied Biology 110, 683-687.

Adresa autora - *Author's address:*

Primljeno: 1. 9. 1997.

Dr. sc. Slobodan Tomasović, oplemenjivač
Bc Institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja, d.d.
10000 ZAGREB, Marulićev trg 5/I
Zavod za strne žitarice - Botinec