

UTJECAJ UMJETNIH I PRIRODNIH INFEKCIJA PŠENICE  
S *Fusarium Graminearum* Schw. NA UROD ZRNA PO BILJCI\*

**EFFECT OF ARTIFICIAL AND NATURAL INFECTION OF  
WHEAT WITH *Fusarium Graminearum* Schw. ON GRAIN YIELD  
PER PLANT**

S. Tomasović

SAŽETAK

Spoznavši koliki je mogući utjecaj bolesti na urod zrna pšenice, a u svrhu očuvanja stabilnosti visokog uroda, Bc Institut je programe oplemenjivanja usmjerio na stvaranje sorata visokog uroda, zadovoljavajuće kakvoće zrna i brašna, te genetske otpornosti na najvažnije bolesti: crnu žitnu hrđu i pepelnicu, a u novije vrijeme septorioze i posebice fuzarioze klasa.

Program unašanja otpornosti pšenice na fuzarijsku palež klasa vrlo je složen, jer se radi o fakultativnom parazitu. U uvjetima povoljnim za rast i razvoj on može učiniti velike štete. U tijeku selekcije pšenice na otpornost na *Fusarium graminearum* Schw. (u novije vrijeme i na *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*) testirane su linije izvedene iz međusobno križanih izvora otpornosti. Linije su ispitivane u uvjetima prirodne i umjetne zaraze (rasadnik *Fusariuma*).

Urod zrna po biljci je kompleksno svojstvo i rezultat je djelovanja niza činilaca. Kolike štete *Fusarium graminearum* Schw. može prouzročiti u nekom uzgojnom području teško je točno utvrditi bez egzaktnih ispitivanja u polju. Utjecaj *Fusarium graminearum* Schw. na realizaciju kapaciteta rodnosti ocjenjivan je na osnovi otpornosti ispitivanih početnih izvora i njihovih križanaca na tu bolest. Smanjenje uroda može se ostvariti ako se pomoću umjetne zaraze i odgovarajućih klimatskih prilika postigne jaka infekcija, što je u našim istraživanjima u potpunosti uspjelo. Početni izvori (roditelji)

---

\*XXXIII Znanstveni skup hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem, Pula, 25-28. veljače, 1997.



uspoređivani su po otpornosti na *Fusarium graminearum* Schw. s njihovim jednostrukim i dvostrukim križancima  $F_1$  i  $F_1 \times F_1$  generacije u dva poljska pokusa u uvjetima umjetne i prirodne zaraze (kontrola).

*Ključne riječi:* *Fusarium graminearum* Schw., *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*, oplemenjivanje pšenice, procjena razine otpornosti, urod zrna po biljci, poljski pokusi, umjetna i prirodna zaraza.

## ABSTRACT

Aware of the fact to what extent possible diseases can affect grain yield of wheat and in order to preserve high-yield stability, Bc Institute has focused its breeding programs on developing high-yielding varieties with satisfactory grain and flour quality, as well as genetic resistance to the most important diseases like black stem rust, powdery mildew, and more recently to septoria and especially to fusarium on spikes.

The program of incorporating wheat resistance to fusarium head blight is very complex because it means dealing with a facultative parasite. Under favourable conditions for its growth and development, it can cause considerable damages. In breeding for resistance to *Fusarium graminearum* Schw. (more recently also to *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*) tests were made with lines derived from mutually crossed sources of resistance. The lines were tested both in natural and artificial conditions (*Fusarium* nursery).

Grain yield per plant is a complex wheat characteristic and is the result of a number of influencing factors. How much damage *Fusarium graminearum* may cause in a certain wheat growing region is difficult to determine precisely without conducting exact field trials. Effect of *Fusarium graminearum* on fulfil yield capacity was estimated on the basis of resistance of initial sources of resistance and their crosses.

Yield reduction may be achieved if severe infection is duplicated after applying artificial infection in adequate climatic conditions. In our investigations it was successful. Initial sources of resistance (parents) were compared for resistance to *Fusarium graminearum* Schw. with their single and double crosses from  $F_1$  and  $F_1 \times F_1$  generations in two field trials in artificial and natural (control) infection.

*Key words:* *Fusarium graminearum* Schw., *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*, wheat breeding, evaluation of resistance, grain yield per plant, field trials, artificial and natural infection.



## UVOD

Sorta je prvi činilac proizvodnje, jer predstavlja kapacitet koji treba iskoristiti (genetski potencijal rodnosti). Genetski potencijal rodnosti ne ostvaruje se u potpunosti zbog utjecaja negativnih činilaca, koji djeluju na urod, kakvoću zrna i brašna. Jedan od ograničavajućih činilaca uroda, u cjelini uzeto, su bolesti pšenice koje izazivaju gljive. U našoj zemlji već se duže vrijeme radi na stvaranju otpornih sorti. Zahvaljujući dobro razrađenom programu selekcije (Borojević, Potočanac i Teofilović, 1960; Borojević i Potočanac, 1966.), u nas je stvoren veliki broj sorata od kojih se većina odlikuje visokom rodnošću, dobrom kvalitetom, a neke i poboljšanom otpornošću na bolesti, naročito hrđe pšenice i pepelnicu. Rad na otpornosti novih sorti na druge patogene kao na primjer na *Fusarium* spp. postaje sve važniji, jer iz ovog oplemenjivačkog programa Bc Instituta Zagreb od 1993. godine su priznate sorte ozime pšenice od Komisije Republike Hrvatske, a od 1996. godine i od Komisije Republike Slovenije. To su sljedeće sorte: Tina, Olga, Sandra (1993.), Patria, Plodna (1994.), Pakra (1995.), Jela, Dora, Dinka i Posavina (1996.), te Aura (1997.). Spomenute sorte ozime pšenice priznate su od Komisije za priznavanje sorata Republike Hrvatske kako je naznačeno. Sorte Tina, Olga i Plodna 1996. godine priznate su i od Komisije za priznavanje sorata Republike Slovenije.

Usporedo s intenzifikacijom proizvodnje dobile su na važnosti neke nove bolesti tzv. "bolesti visokog standarda", koje postaju u nekim slučajevima limitirajući činilac proizvodnje (Kišpatić, 1980). Glavni paraziti današnjeg intenzivnog uzgoja pšenice su *Erysiphe graminis* (*Blumeria graminis*), *Septoria* spp. i u novije vrijeme vrste *Fusarium*. Spomenutim parazitima pogoduje povećani broj biljaka na jedinicu površine (gusti sklop, veća upotreba mineralnih gnojiva posebno dušične komponente, sniženje visine stabljike i upotreba CCC-preparata protiv polijeganja).

Poluniski genotipovi i gusti sklop uvjetovali su u novije vrijeme intenzivniji napad fuzarioza klasa, koje najčešće izaziva *Fusarium graminearum* Schw., i u novije vrijeme *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* (Milatović, Vlahović i Tomasović, 1982; Tomasović, Vlahović i Milatović, 1983; Čizmić, 1986.). To je bio razlog da se u Institutu za oplemenjivanje i proizvodnju bilja u Zagrebu, 1978. godine pristupilo radu na stvaranju otpornih sorata i na ovu bolest.



Problem fuzarioza pšenice u Hrvatskoj sve je prisutniji. Oboljenje je sve izraženije na klasovima pšenice, osobito u godinama kada u vrijeme klasanja, a napose u vrijeme cvatnje vladaju visoke temperature (26°C i više) uz visoku relativnu vlažnost zraka (više od 85% relativne vlage).

Program unašanja otpornosti pšenice na fuzarioze klasa vrlo je kompleksan. Predstavnici roda *Fusarium* najčešće *Fusarium graminearum* Schw. stalno se nalaze u tlu i imaju male hranidbene zahtjeve kao saprofiti. Suprotno tome paraziti nanose usjevima u slučaju povoljnih uvjeta za razvoj znatne štete (Tomasović, 1981.).

Nosioci otpornosti (izvori otpornosti) na fuzarioze klasa kod pšenice posjeduju niz nepoželjnih gospodarskih svojstava (ekstenzivni genotipovi, viši habitus rasta, slaba otpornost na druge bolesti), pa je upravo zato i postavljen zadatak (1) da se oplemene izvori otpornosti i (2) u novo stvorenih linija (sorti) pšenice adaptiranih na intenzivne uvjete proizvodnje poboljša otpornost na fuzarioze klasa.

## CILJ ISTRAŽIVANJA

Zbog sve većeg značenja šteta kod pšenice uvjetovanih napadom fuzarioza klasa, čiji je najčešći uzročnik *Fusarium graminearum* Schw., cilj istraživanja bio je sljedeći:

- Izdvojiti izvore otpornosti pšenice na fuzarioze klasa (*Fusarium graminearum* Schw.) za intenzivne uvjete proizvodnje;
- međusobnim križanjem odabranih izvora otpornosti dobiti nove oplemenjene izvore s poboljšanom otpornošću na fuzarioze klasa. Kod toga bi se izvori otpornosti uspoređivali na razini otpornosti s njihovim križancima, kako ranijih tako i kasnijih generacija. Procjenu razine otpornosti pšenice na fuzarioze klasa utvrditi utjecajem patogena *Fusarium graminearum* Schw. najčešće na urod zrna po biljci u uvjetima umjetne i prirodne zaraze;
- poboljšane izvore otpornosti kombinirati u program oplemenjivanja Zg-pšenica stvarajući nove linije (sorte) za potrebe poljoprivredne prakse.

Ovim radom bila je namjera prosuditi otpornost pšenice na fuzarijsku palež klasa (*Fusarium graminearum* Schw. i u novije vrijeme *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*) utjecajem *Fusariuma* na urod zrna po biljci u uvjetima umjetne i prirodne zaraze, za razliku od prosudbe otpornosti intenzitetom napada patogena (razina otpornosti - očitavanje napada po internacionalnoj



skali od 0-5, 0-2 = R, MR, 3-5 = MS, S, VS (AS), 0 = nema zaraze, 5 = preko 75% napadnutih klasova), što je bio predmet ranijih izlaganja, kako na inozemnim, tako i na domaćim skupovima.

## MATERIJAL I METODIKA ISTRAŽIVANJA

Fuzarioze klasa pšenice vrlo su značajna bolest u našim uvjetima proizvodnje. Zato je 1976. godine i započet sustavni rad u pronalaženju, izvora otpornosti u svijetu, a osobito u područjima u kojima su fuzarioze klasa redovita bolest pšenice, i unašanje 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 50% i više pšenice cvate (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 = preko 75% oboljelih klasova). Ocjena je obavljena krajem mliječne i početkom voštane zrelosti pšenice, kada je vidljivost zaraze najviše moguća (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 sorata i linija pšenice, koje su uglavnom porijeklom iz Brazila, Kine, Japana, Rusije i Francuske. U 1990. godini od 25 genotipova pšenice za križanje u 1991. godini, izdvojeno je 7 genotipova, odabranih 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 obavljena su međukrižanja  $F_1$  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:

|                |  |
|----------------|--|
| <b>Pokus 1</b> | 7 roditelja (umjetna i prirodna infekcija) |
|                | 13 $F_1$ kombinacija križanja              |
|                | 17 $F_1 \times F_1$ kombinacija križanja   |
| <b>Ukupno</b>  | 37 članova $\times$ 5 repeticija           |
| <br>           |  |
| <b>Pokus 2</b> | 7 roditelja (umjetna i prirodna infekcija) |
|                | 11 $F_1$ kombinacija križanja              |
|                | 17 $F_1 \times F_1$ kombinacija križanja   |
| <b>Ukupno</b>  | 35 članova $\times$ 3 repeticije           |

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 bio je 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.

Pokusi 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 bila je posijana raž da se onemogućí 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 prema *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. 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 urod zrna po biljci u uvjetima umjetne i prirodne infekcije.

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 korišteni u usporedbi 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 biljka). 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 obuhvaćena 1.781 biljka, tako da je najmanji broj biljaka bio 319 (1 repeticija), a najveći broj biljaka bio je 391 (3 repeticije). Analizom je obuhvaćeno 13.446 klasova, tako da je najmanji broj klasova bio 2.422 (1 repeticija), a najveći broj klasova bio je 2.967 (3 repeticije).

*Pokus 2* (u uvjetima umjetne infekcije - 3 repeticije) - analizom su obuhvaćene 1.004 biljke, tako da je najmanji broj biljaka bio 329 (3 repeticije), a najveći broj biljaka bio je 341 (1 repeticija). Analizom je obuhvaćeno ukupno 9.899 klasova. Najmanji broj klasova iznosio je 3.145 (3 repeticije), 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 repeticije), 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).

*Urod zrna po biljci* (g) po repeticiji utvrđen je na sljedeći način: osnovna jedinica kod analize materijala (mjerjenje uroda) je red dužine 1,20 m. Sijalo se 10 zrna na bazi 1-og reda. Požete biljke, kako izvora otpornosti, tako i križanaca  $F_1$  i  $F_1 \times F_1$  generacije vagane su po svakoj kombinaciji posebno, što je činilo urod kombinacije po repeticiji. Urod zrna po biljci dobiven je dijeljenjem ukupne mase po kombinaciji s ukupnim brojem biljaka.

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 posebno u uvjetima umjetne infekcije (rasadnik *Fusarium*-a počevši od  $F_2$  generacije na dalje, križanci ranijih, te 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), statistički su obrađeni po blok-metodi analize varijance (ANOV-a).

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### Rezultati analize varijance (ANOV-a) za urod zrna po biljci (g)

F-test za urod zrna po biljci (g) je signifikantan jedino u uvjetima umjetne zaraze u pokusu II, dok u ostalim slučajevima nije izražena njegova opravdanost (tablica 1).



Tablica 1 Rezultati analize varijance (ANOV-e) za urod zrna po biljci (g)

| Svojstvo                | Opravdanost F - testa |          |                    |          |
|-------------------------|-----------------------|----------|--------------------|----------|
|                         | Umjetna infekcija     |          | Prirodna infekcija |          |
|                         | Pokus I               | Pokus II | Pokus I            | Pokus II |
| Urod zrna po biljci (g) | —                     | ++       | —                  | —        |

Napomena: ++ znači signifikantnost uz  $P = 1\%$   
 — znači nesignifikantnost uz  $P = 1\%$

### Utjecaj *Fusarium graminearum* Schw. na urod zrna po biljci (g)

#### *Pokus 1*

Urod zrna po biljci je kompleksno svojstvo pšenice i rezultat je djelovanja niza činilaca. Na njega veoma utječu činioci vanjske sredine i zato ga je u nekontroliranim vanjskim uvjetima dosta teško mjeriti.

Jedan od činilaca, koji može biti odlučujući u iskorištavanju potencijala rodnosti neke sorte iskazan putem uroda, je napad bolesti. U ovom slučaju radi se o paleži klasa, čiji je uzročnik gljiva *Fusarium graminearum* Schw.

Kolike štete *Fusarium graminearum* Schw. može prouzročiti u nekom uzgojnom području pšenice bez egzaktnih poljskih pokusa i ispitivanja teško je točno utvrditi.

Utjecaj *Fusarium graminearum* Schw. na realizaciju kapaciteta rodnosti ocjenjivan je, na osnovi reakcije ispitivanih genotipova i njihovih križanaca na tu bolest, mjerenjem uroda. Na osnovi dosadašnjih saznanja u svijetu, po podacima iz literature, smanjenje uroda kao egzaktnog pokazatelja o utjecaju ove bolesti na iskorištenje kapaciteta rodnosti može se dobiti ukoliko pomoću umjetne infekcije i odgovarajućih klimatskih prilika postignemo jake zaraze, što je u navedenom u potpunosti uspjelo.

U pokusu 1 analiziran je utjecaj *Fusarium graminearum* Schw. na urod zrna po biljci (g) kod nekoliko izvora otpornosti pšenice u usporedbi s njihovim jednostrukim i dvostrukim križancima  $F_1$  i  $F_1 \times F_1$  generacije u uvjetima umjetne i prirodne infekcije (kontrola) u 1993. godini (Tablica 2). Radi bolje usporedbe na tablici 3 paralelno su prikazani rezultati zaraze (ocjena intenziteta napada) s *Fusarium graminearum* Schw. kod početnih izvora (roditelja), te njihovih jednostrukih i dvostrukih križanaca  $F_1$  i  $F_1 \times F_1$  generacije u uvjetima umjetne i prirodne infekcije u 1993. godini.



S. Tomasović: Utjecaj umjetnih i prirodnih infekcija pšenice s *Fusarium graminearum* Schw. na urod zrna po biljci

Tablica 2 Utjecaj *Fusarium graminearum* Schw. na urod zrna po biljci kod nekih izvora otpornosti pšenice u usporedbi s njihovim jednostrukim i dvostrukim križancima F1 i F1 x F1 generacije u 1993. godini

Pokus 1

| Urod zrna po biljci (g)             |                   |                    |                                    |                                |
|-------------------------------------|-------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------------------|
|                                     | Umjetna infekcija | Prirodna infekcija | Smanjenje uroda zrna po biljci u % | Prosj. smanjenje u % $\bar{x}$ |
| Roditelji i F <sub>1</sub> križanci |                   |                    |                                    |                                |
| 1. Toropi (Trp)                     | 11.83             | 14.99              | 21.0                               | 11.8                           |
| 2. Roazon (Rzn)                     | 12.53             | 13.52              | 7.3                                |                                |
| 3. Encruzilhada (Ecr)               | 7.85              | 8.04               | 2.4                                |                                |
| 4. Bizel (Bzl)                      | 10.56             | 10.87              | 2.9                                |                                |
| 5. Mironovskaya 808 (M-808)         | 9.25              | 11.27              | 17.9                               |                                |
| 6. Balaya-Cerkov (Blc)              | 10.01             | 12.08              | 17.1                               |                                |
| 7. Poncheau (Pnc)                   | 10.17             | 11.86              | 14.2                               |                                |
| 1. (Trp x Ecr)                      | 15.38             | 17.00              | 9.5                                | 7.9                            |
| 2. (Trp x Bzl)                      | 13.30             | 13.47              | 1.3                                |                                |
| 3. (Rzn x Ecr)                      | 12.12             | 12.88              | 5.9                                |                                |
| 4. (Rzn x Bzl)                      | 12.17             | 14.35              | 15.2                               |                                |
| 5. (Rzn x M-808)                    | 11.73             | 12.58              | 6.8                                |                                |
| 6. (Rzn x Blc)                      | 13.14             | 14.46              | 9.1                                |                                |
| 7. (Rzn x Pnc)                      | 14.20             | 14.36              | 1.1                                |                                |
| 8. (Bzl x M-808)                    | 12.50             | 14.27              | 12.4                               |                                |
| 9. (Bzl x Blc)                      | 11.50             | 13.61              | 15.5                               |                                |
| 10. (Bzl x Pnc)                     | 13.24             | 13.55              | 2.3                                |                                |
| 11. (M-808 x Pnc)                   | 12.20             | 13.21              | 7.6                                |                                |
| 12. (M-808 x Pnc)                   | 13.39             | 14.34              | 6.6                                |                                |
| 13. (Blc x Pnc)                     | 15.20             | 16.93              | 10.2                               |                                |



S. Tomasović: Utjecaj umjetnih i prirodnih infekcija pšenice s *Fusarium graminearum* Schw. na urod zrna po biljci

| Urod zrna po biljci (g)                  |                   |                    |                                    |                               |
|--|-------------------|--------------------|------------------------------------|-------------------------------|
|  | Umjetna infekcija | Prirodna infekcija | Smanjenje uroda zrna po biljci u % | Pros. smanjenje u % $\bar{x}$ |
| F <sub>1</sub> x F <sub>1</sub> križanci |                   |                    |                                    |                               |
| 1. /(TrpxBzl)x(M-808xPnc)/               | 10.35             | 12.08              | 14.3                               | 12.8                          |
| 2. /TrpxBzl)x(BlcxPnc)/                  | 16.36             | 17.30              | 5.4                                |                               |
| 3. /(RznxEcr)x(BzlxPnc)/                 | 13.31             | 15.05              | 11.6                               |                               |
| 4. /RznxEcr)x(M-808xBlc)/                | 11.67             | 15.62              | 25.3                               |                               |
| 5. /RznxEcr)x(M-808xPnc)/                | 12.70             | 14.44              | 12.0                               |                               |
| 6. /RznxBzl)x(M-808xBlc)/                | 12.51             | 15.59              | 19.8                               |                               |
| 7. /RznxBzl)x(M-808xPnc)/                | 15.30             | 15.76              | 2.9                                |                               |
| 8. /RznxBzl)x(BlcxPnc)/                  | 13.47             | 14.51              | 7.2                                |                               |
| 9. /RznxM-808)x(TrpxBzl)/                | 11.18             | 15.99              | 30.0                               |                               |
| 10. /RznxBlc)x(BzlxM-808)/               | 13.69             | 16.78              | 18.4                               |                               |
| 11. /RznxBlc)x(M-808xPnc)/               | 10.91             | 11.75              | 7.2                                |                               |
| 12. /(BzlxM-808)x(RznxEcr)/              | 13.25             | 13.39              | 1.0                                |                               |
| 13. /(BzlxM-808)x(RznxPnc)/              | 15.95             | 16.27              | 2.0                                |                               |
| 14. /(BzlxM-808)x(BlcxPnc)/              | 14.94             | 18.04              | 17.2                               |                               |
| 15. /(BzlxBlc)x(M-808xPnc)/              | 16.19             | 17.10              | 5.3                                |                               |
| 16. /(BzlxPnc)x(M-808xBlc)/              | 11.22             | 17.40              | 35.5                               |                               |
| 17. /(M-808xBlc)x(TrpxEcr)/              | 14.25             | 14.75              | 3.4                                |                               |

LSD 0.05 - F - test neopravdan

LSD 0.01 - F - test neopravdan



S. Tomasović: Utjecaj umjetnih i prirodnih infekcija pšenice s *Fusarium graminearum* Schw. na urod zrna po biljci

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

Pokus 1

| Intenzitet napada (0 - 5)*  |                   |                    |   |                                |
|-----------------------------|-------------------|--------------------|---|--------------------------------|
|                             | Umjetna infekcija | Prirodna infekcija | Povećanje intenziteta napada u odnosu na pr. inf. (%) | Prosj. povećanje u % $\bar{x}$ |
| Roditelji i $F_1$ križanci  |                   |                    |   |                                |
| 1. Toropi (Trp)             | 2.98              | 1.88               | 36.9  | 62.6                           |
| 2. Roazon (Rzn)             | 4.12              | 2.38               | 42.2  |                                |
| 3. Encruzilhada (Ecr)       | 0.58              | 0.32               | 44.8  |                                |
| 4. Bizel (Bzl)              | 1.24              | 0.18               | 85.5  |                                |
| 5. Mironovskaya 808 (M-808) | 1.84              | 0.42               | 77.2  |                                |
| 6. Balaya-Cerkov (Blc)      | 3.18              | 0.86               | 72.9  |                                |
| 7. Poncheau (Pnc)           | 1.30              | 0.28               | 78.5  |                                |
| 1. (Trp x Ecr)              | 1.00              | 0.60               | 40.0  | 67.6                           |
| 2. (Trp x Bzl)              | 1.79              | 0.37               | 79.3  |                                |
| 3. (Rzn x Ecr)              | 2.76              | 0.23               | 91.7  |                                |
| 4. (Rzn x Bzl)              | 3.47              | 1.23               | 64.6  |                                |
| 5. (Rzn x M-808)            | 2.80              | 1.10               | 60.7  |                                |
| 6. (Rzn x Blc)              | 4.40              | 0.86               | 80.5  |                                |
| 7. (Rzn x Pnc)              | 2.80              | 1.30               | 53.6  |                                |
| 8. (Bzl x M-808)            | 0.61              | 0.34               | 44.3  |                                |
| 9. (Bzl x Blc)              | 1.00              | 0.00               | 100.0   |                                |
| 10. (Bzl x Pnc)             | 1.20              | 0.25               | 79.2  |                                |
| 11. (M-808 x Pnc)           | 1.74              | 0.29               | 83.3  |                                |
| 12. (M-808xPnc)             | 0.54              | 0.26               | 51.9  |                                |
| 13. (Blc x Pnc)             | 1.25              | 0.62               | 50.4  |                                |

S. Tomasović: Utjecaj umjetnih i prirodnih infekcija pšenice s *Fusarium graminearum*  
Schw. na urod zrna po biljci

| Intenzitet napada (0 - 5)*               |                   |                    |   |                                |
|--|-------------------|--------------------|---|--------------------------------|
|  | Umjetna infekcija | Prirodna infekcija | Povećanje intenziteta napada u odnosu na pr. inf. (%) | Prosj. povećanje u % $\bar{x}$ |
| F <sub>1</sub> x F <sub>1</sub> križanci |                   |                    |   |                                |
| 1. /(TrpxBzl)x(M-808xPnc)/               | 3.20              | 1.12               | 65.0  | 55.3                           |
| 2. /TrpxBzl)x(BlcxPnc)/                  | 2.80              | 1.60               | 42.9  |                                |
| 3. /(RznxEcr)x(BzlxPnc)/                 | 2.60              | 1.60               | 38.5  |                                |
| 4. /RznxEcr)x(M-808xBlc)/                | 3.60              | 1.20               | 66.7  |                                |
| 5. /RznxEcr)x(M-808xPnc)/                | 3.60              | 1.50               | 58.3  |                                |
| 6. /RznxBzl)x(M-808xBlc)/                | 3.60              | 1.70               | 52.8  |                                |
| 7. /RznxBzl)x(M-808xPnc)/                | 2.60              | 0.40               | 84.6  |                                |
| 8. /RznxBzl)x(BlcxPnc)/                  | 3.00              | 2.00               | 33.3  |                                |
| 9. /RznxM-808)x(TrpxBzl)/                | 2.60              | 2.00               | 23.1  |                                |
| 10. /RznxBlc)x(BzlxM-808)/               | 3.60              | 1.60               | 55.6  |                                |
| 11. /RznxBlc)x(M-808xPnc)/               | 4.00              | 1.70               | 57.5  |                                |
| 12. /(BzlxM-808)x(RznxEcr)/              | 3.20              | 1.50               | 53.1  |                                |
| 13. /(BzlxM-808)x(RznxPnc)/              | 2.60              | 2.10               | 19.2  |                                |
| 14. /(BzlxM-808)x(BlcxPnc)/              | 1.70              | 0.10               | 94.1  |                                |
| 15. /(BzlxBlc)x(M-808xPnc)/              | 3.00              | 1.10               | 63.3  |                                |
| 16. /(BzlxPnc)x(M-808xBlc)/              | 2.20              | 1.00               | 54.5  |                                |
| 17. /(M-808xBlc)x(TrpxEcr)/              | 2.80              | 0.62               | 77.9  |                                |

\* skala: 0-5

0 - 2 = R, MR                      0 = nema infekcije                      LSD    0.05    1.34    0.42  
3 - 5 = MS, S, VS (AS)        5 = preko 75% napadnutih klasova        LSD    0.01    1.76    1.12

Iz tablice 2 je vidljivo, da su izvori otpornosti ostvarili različite urode zrna po biljci (g). Vjerojatno je to posljedica razlike u produktivnosti među genotipovima. Tako je u uvjetima umjetne infekcije najveći urod dobiven kod Roazona (12,53 g), a najniži kod Encruzilhada (7,85 g). U uvjetima prirodne infekcije najveći urod zrna po biljci ostvaren je s Toropí (14,99 g), a najmanji također s Encruzilhadaom (8,04 g). Intenzitet napada *Fusarium graminearum*



Schw. u uvjetima umjetne infekcije bio je vrlo jak. Radi toga je urod zrna po biljci bio dosta niži (tablica 3).

Kod jednostrukih križanaca  $F_1$  generacije dobiven je veći urod zrna po biljci u odnosu na roditelje. Najveći urod zrna po biljci u uvjetima umjetne infekcije dobiven je kod kombinacije križanja Toropi x Encruzilhada (15,38 g) a najniži kod kombinacije križanja Bizel x Balaya-cerkov (11,50 g). U prirodnoj infekciji najveći urod je ostvaren također kod kombinacije križanja Toropi x Encruzilhada (11,70 g), a najniži kod kombinacije križanja Roazon x Mironovskaya 808 (12,58 g).

Kod dvostrukih križanaca  $F_1 \times F_1$  generacije dobiven je veći urod zrna po biljci u odnosu na jednostruke križance  $F_1$  generacije i roditelje. Najveći urod u uvjetima umjetne infekcije dobiven je kod kombinacije križanja /(Toropi x Bizel) x (Balaya-cerkov x Poncheau)/ (16,36 g), a najniži kod kombinacije križanja /(Toropi x Bizel) x (Mironovskaya 808 x Poncheau)/ (10,35 g). U uvjetima prirodne infekcije najveći urod dobiven je u kombinaciji križanja /(Bizel x Mironovskaya 808) x (Balaya-cerkov x Poncheau)/ (18,04 g), a najniži u kombinaciji križanja /(Roazon x Bala-cerkov) x (Mironovskaya 808 x Poncheau)/ (11,75 g).

## *Pokus 2*

F-test je opravdan u uvjetima umjetne infekcije, a nije opravdan u uvjetima prirodne infekcije (tablica 4). U uvjetima umjetne infekcije najveći urod zrna po biljci ostvaren je s Toropi (11,25 g), a najniži urod je dobiven kod Roazona (9,21 g).

U uvjetima prirodne infekcije najveći je urod dobiven također kod Toropi (22,17 g), a najmanji kod Bizela (14,14 g). Kao i u *pokusu 1* intenzitet napada (ocjena zaraze) *Fusarium graminearum* Schw. u uvjetima umjetne infekcije također je bio vrlo jak, zbog čega je urod zrna po biljci bio niži (tablica 5).

Kod jednostrukih križanaca  $F_1$  generacije ostvaren je veći urod zrna po biljci u odnosu na roditelje.

Tako u uvjetima umjetne infekcije najveći urod zrna ostvaren je kod kombinacije križanja Roazon x Bizel (14,00 g), a najniži u kombinaciji križanja Bizel x Balaya-cerkov (8,41 g).

U uvjetima prirodne infekcije najveći urod zrna postignut je u kombinaciji križanja Roazon x Encruzilhada (21,07 g), a najniži u kombinaciji križanja Roazon x Balaya-cerkov (11,33 g). Kod dvostrukih kombinacija križanja  $F_1 \times F_1$  generacije dobiven je veći urod zrna po biljci u odnosu na jednostruke križance  $F_1$  generacije i roditelje. Razlike su statistički opravdane. U uvjetima umjetne infekcije najveći urod zrna dobiven je u kombinaciji križanja /(Roazon x Bi-



S. Tomasović: Utjecaj umjetnih i prirodnih infekcija pšenice s *Fusarium graminearum* Schw. na urod zrna po biljci

zel) × (Toropi x Encruzilhada)/ (18,05 g), a najniži u kombinaciji križanja /(Roazon × Poncheau) × (Bizel x Poncheau)/ (8,89 g). U uvjetima prirodne infekcije najveći urod zrna dobiven je u kombinaciji križanja /(Roazon × Poncheau) × (Toropi × Encruzilhada)/ (31,73 g), a najniži kod kombinacije križanja /(Roazon × Mirnovskaya 808) × (Bizel × Poncheau)/ (15,33 g).

Tablica 4 Utjecaj *Fusarium graminearum* Schw. na urod zrna po biljci 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

| Urod zrna po biljci (g)     |                   |                    |                                    |                               |
|-----------------------------|-------------------|--------------------|------------------------------------|-------------------------------|
|                             | Umjetna infekcija | Prirodna infekcija | Smanjenje uroda zrna po biljci u % | Pros. smanjenje u % $\bar{x}$ |
| Roditelji i $F_1$ križanci  |                   |                    |                                    |                               |
| 1. Toropi (Trp)             | 11.25             | 22.17              | 49.2                               | 41.4                          |
| 2. Roazon (Rzn)             | 9.21              | 17.91              | 48.6                               |                               |
| 3. Encruzilhada (Ecr)       | 9.88              | 17.26              | 42.8                               |                               |
| 4. Bizel (Bzl)              | 10.29             | 14.14              | 27.2                               |                               |
| 5. Mironovskaya 808 (M-808) | 9.61              | 15.27              | 37.0                               |                               |
| 6. Balaya-cerkov (Blc)      | 9.87              | 17.35              | 43.1                               |                               |
| 7. Poncheau (Pnc)           | 9.54              | 16.42              | 41.9                               |                               |
| 1. (Trp x Ecr)              | 12.13             | 19.61              | 38.1                               | 28.0                          |
| 2. (Trp x Bzl)              | 11.72             | 17.85              | 34.3                               |                               |
| 3. (Rzn x Ecr)              | 12.72             | 21.07              | 39.6                               |                               |
| 4. (Rzn x Bzl)              | 14.00             | 19.78              | 29.2                               |                               |
| 5. (Rzn x M-808)            | 9.62              | 14.78              | 34.9                               |                               |
| 6. (Rzn x Blc)              | 10.00             | 11.33              | 11.7                               |                               |
| 7. (Rzn x Pnc)              | 13.15             | 15.58              | 15.6                               |                               |
| 8. (Bzl x Blc)              | 8.41              | 14.58              | 42.3                               |                               |
| 9. (Bzl x Pnc)              | 13.90             | 15.65              | 11.2                               |                               |
| 10. (M-808 x Blc)           | 10.50             | 16.00              | 34.4                               |                               |
| 11. (Blc x Pnc)             | 12.03             | 14.50              | 17.0                               |                               |

Nastavlja se na idućoj stranici



S. Tomasović: Utjecaj umjetnih i prirodnih infekcija pšenice s *Fusarium graminearum* Schw. na urod zrna po biljci

| Urod zrna po biljci (g)                 |                   |                    |                                    |                                 |
|---|-------------------|--------------------|------------------------------------|---------------------------------|
|   | Umjetna infekcija | Prirodna infekcija | Smanjenje uroda zrna po biljci u % | Prosje. smanjenje u % $\bar{x}$ |
| F <sub>1</sub> xF <sub>1</sub> križanci |                   |                    |                                    |                                 |
| 1. /(TrpxBzl)x(RznxEcr)/                | 15.24             | 23.88              | 36.2                               | 32.0                            |
| 2. /(RznxEcr)x(BlxcPnc)/                | 17.25             | 22.17              | 22.2                               |                                 |
| 3. /(RznxBzl)x(TrpxEcr)/                | 18.05             | 27.00              | 33.1                               |                                 |
| 4. /(RznxBzl)x(RznxPnc)/                | 15.89             | 19.33              | 17.8                               |                                 |
| 5. /(RznxBzl)x(BzlxPnc)/                | 16.06             | 29.00              | 44.6                               |                                 |
| 6. /(RznxM-808)x(BzlxBlc)/              | 14.60             | 17.45              | 16.3                               |                                 |
| 7. /(RznxM-808)x(BzlxPnc)/              | 14.00             | 15.33              | 8.7                                |                                 |
| 8. /(RznxM-808)x(BlxcPnc)/              | 11.74             | 17.75              | 33.9                               |                                 |
| 9. /(RznxBlc)x(TrpxBzl)/                | 14.69             | 24.67              | 40.0                               |                                 |
| 10. /(RznxPnc)x(TrpxEcr)/               | 13.12             | 31.73              | 58.7                               |                                 |
| 11. /(RznxPnc)x(TrpxBzl)/               | 15.93             | 23.83              | 33.1                               |                                 |
| 12. /(RznxPnc)x(BzlxBlc)/               | 15.03             | 15.68              | 4.1                                |                                 |
| 13. /(RznxPnc)x(M-808xBlc)/             | 17.39             | 28.00              | 37.9                               |                                 |
| 14. /(RznxPnc)x(BzlxPnc)/               | 8.89              | 29.67              | 70.0                               |                                 |
| 15. /(BzlxBlc)x(RznxEcr)/               | 15.62             | 26.33              | 40.7                               |                                 |
| 16. /(BzlxPnc)x(TrpxEcr)/               | 17.94             | 25.08              | 28.5                               |                                 |
| 17. /(M-808xBlc)x(TrpxBzl)/             | 16.89             | 20.92              | 19.3                               |                                 |

LSD 0.05 6.06 - F-test neopravdan

LSD 0.01 7.99 - F-test neopravdan

S. Tomasović: Utjecaj umjetnih i prirodnih infekcija pšenice s *Fusarium graminearum*  
Schw. na urod zrna po biljci

Tablica 5 Otpornost nekih izvora otpornosti pšenice na *Fusarium graminearum* Schw. u usporedbi s njihovim jednostrukim i dvostrukim križancima  $F_1$  i  $F_1 \times F_1$  generacije u 1993. godini

Pokus 2

| Intenzitet napada (0 - 5)*  |                   |                    |   |                                |
|-----------------------------|-------------------|--------------------|---|--------------------------------|
|                             | Umjetna infekcija | Prirodna infekcija | Povećanje intenziteta napada u odnosu na pr. inf. (%) | Prosj. povećanje u % $\bar{x}$ |
| Roditelji i $F_1$ križanci  |                   |                    |   |                                |
| 1. Toropi (Trp)             | 2.73              | 2.00               | 26.7  | 49.3                           |
| 2. Roazon (Rzn)             | 3.87              | 2.57               | 33.6  |                                |
| 3. Encruzilhada (Ecr)       | 0.83              | 0.47               | 43.4  |                                |
| 4. Bizel (Bzl)              | 1.10              | 0.33               | 70.0  |                                |
| 5. Mironovskaya 808 (M-808) | 1.07              | 0.53               | 50.5  |                                |
| 6. Balaya-cerkov (Blc)      | 2.23              | 0.80               | 64.1  |                                |
| 7. Poncheau (Pnc)           | 1.23              | 0.53               | 56.9  |                                |
| 1. (Trp x Ecr)              | 0.50              | 0.33               | 34.0  | 54.0                           |
| 2. (Trp x Bzl)              | 1.37              | 1.04               | 24.1  |                                |
| 3. (Rzn x Ecr)              | 0.52              | 0.33               | 36.5  |                                |
| 4. (Rzn x Bzl)              | 2.67              | 0.86               | 67.8  |                                |
| 5. (Rzn x M-808)            | 2.50              | 0.91               | 63.6  |                                |
| 6. (Rzn x Blc)              | 3.50              | 1.17               | 66.6  |                                |
| 7. (Rzn x Pnc)              | 2.47              | 1.00               | 59.5  |                                |
| 8. (Bzl x Blc)              | 1.06              | 0.28               | 73.6  |                                |
| 9. (Bzl x Pnc)              | 0.87              | 0.61               | 29.9  |                                |
| 10. (M-808 x Blc)           | 2.00              | 0.83               | 58.5  |                                |
| 11. (Blc x Pnc)             | 0.83              | 0.17               | 79.5  |                                |

Nastavlja se na idućoj stranici



S. Tomasović: Utjecaj umjetnih i prirodnih infekcija pšenice s *Fusarium graminearum* Schw. na urod zrna po biljci

| Intenzitet napada (0 - 5)*                    |                   |                    |   |                                |
|---|-------------------|--------------------|---|--------------------------------|
|   | Umjetna infekcija | Prirodna infekcija | Povećanje intenziteta napada u odnosu na pr. inf. (%) | Prosj. povećanje u % $\bar{x}$ |
| <b>F<sub>1</sub> × F<sub>1</sub> križanci</b> |                   |                    |   |                                |
| 1. /(TrpxBzl)x(RznxEcr)/                      | 1.07              | 0.00               | 100.0   | 41.2                           |
| 2. /(RznxEcr)x(BlcxPnc)/                      | 2.00              | 1.83               | 8.5   |                                |
| 3. /(RznxBzl)x(TrpxEcr)/                      | 3.33              | 2.00               | 39.9  |                                |
| 4. /(RznxBzl)x(RznxPnc)/                      | 3.33              | 1.50               | 54.9  |                                |
| 5. /(RznxBzl)x(BzlxPnc)/                      | 1.83              | 1.67               | 8.7   |                                |
| 6. /(RznxM-808)x(BzlxBlc)/                    | 4.67              | 2.00               | 57.2  |                                |
| 7. /(RznxM-808)x(BzlxPnc)/                    | 2.00              | 2.00               | 0.0   |                                |
| 8. /(RznxM-808)x(BlcxPnc)/                    | 1.50              | 1.33               | 11.3  |                                |
| 9. /(RznxBlc)x(TrpxBzl)/                      | 4.00              | 1.00               | 75.0  |                                |
| 10. /(RznxPnc)x(TrpxEcr)/                     | 3.00              | 1.83               | 39.0  |                                |
| 11. /(RznxPnc)x(TrpxBzl)/                     | 2.67              | 2.17               | 18.7  |                                |
| 12. /(RznxPnc)x(BzlxBlc)/                     | 4.00              | 1.67               | 58.3  |                                |
| 13. /(RznxPnc)x(M-808xBlc)/                   | 3.67              | 1.50               | 59.1  |                                |
| 14. /(RznxPnc)x(BzlxPnc)/                     | 2.00              | 1.33               | 33.5  |                                |
| 15. /(BzlxBlc)x(RznxEcr)/                     | 4.33              | 1.67               | 61.4  |                                |
| 16. /(BzlxPnc)x(TrpxEcr)/                     | 2.00              | 0.83               | 58.5  |                                |
| 17. /(M-808xBlc)x(TrpxBzl)/                   | 2.00              | 1.67               | 16.5  |                                |

\* skala: 0 - 5

0 - 2 = R, MR

0 = nema infekcije

LSD 0.05 1.94 1.03

3 - 5 = MS, S, VS(AS)

5 = preko 75% napadnutih klasova

LSD 0.01 2.56 1.36

## RASPRAVA

Prema dobivenim rezultatima istraživanja iz pokusa 1 i 2 u 1993. godini, može se zapaziti da najotporniji izvori nisu dali i najveći urod zrna. Naprotiv, najlošiji izvori otpornosti po razini otpornosti na *Fusarium graminearum* Schw. (Balaya-cerkov, Toropi, a napose Roazon) ostvarili su i najveći urod zrna. U



ovom slučaju, ne može se govoriti o nekoj povezanosti razine otpornosti i ostvarenog uroda.

Unatoč najslabijoj otpornosti od sedam odabranih izvora otpornosti na *Fusarium graminearum* Schw., Roazon je dao najveći urod zrna po biljci. To se može povezati i s time što je sorta Roazon polupatuljastog habitusa rasta i visokog genetskog potencijala rodnosti, dobrog busanja, i kod koje je fertilitet klasa vrlo izražena. Stoga je Roazon bio uključen uglavnom u sve kombinacije križanja zbog vrijednih gospodarskih osobina. Tako su već nakon testiranja u uvjetima umjetne infekcije u 1993. godini, izdvojene najotpornije biljke, koje su u svom pedigreu sadržavale Roazon. Iz tih kombinacija križanja (odabranih biljaka) u tijeku selekcijskog procesa kroz preliminarne i komparativne sortne mikro-pokuse, odabrane su gospodarski vrijedne linije pšenice, kod kojih je uz visoki urod zrna poboljšana razina otpornosti u odnosu na početne izvore otpornosti (roditelje). Dobivene su linije pšenice kod kojih je uz visoku rodnost poboljšana razina otpornosti pšenice na fuzarioze klasa. U pedigreu dobivenih linija nalazi se i Toropi, koji uz Roazon i Balaya-cerkov pokazuje manju otpornost (osobito u poljskim uvjetima), u odnosu na Encruzilhada, Bizel, Poncheau, te Mironovskaya 808. Međutim, Toropi je vrlo dobar kombinator u križanjima, ima uže listove tipa-rektum, te čvrstu stabljiku. Prema tome, iako su u križancima sadržani genotipovi osjetljivi na *Fusarium graminearum* Schw., rekombinacijom gena i kroz proces selekcije i testiranja (umjetna i prirodna infekcija), dobivene su linije pšenice poboljšane otpornosti uz visoku rodnost. Ovo se može povezati sa sortom Sumai 3, najboljim raspoloživim kineskim izvorom otpornosti na fuzarijsku palež klasa u svijetu, za koju se smatra da je nastala kao rezultat transgresivnog cijepanja u križanju između dvije osjetljive sorte - Funo i Taiwan-xio-mai (Liu, 1984.; Chaofei i dr., 1986.; Wu, 1986.).

Tumačenje razine otpornosti pšenice utjecajem patogena *Fusarium graminearum* Schw. na urod zrna nije uvijek pouzdano. Naime, direktno mjerenje uroda po jedinici površine nije uvijek dalo objektivne rezultate, kako u uvjetima umjetne, tako i u uvjetima prirodne infekcije. Postavljanjem egzaktnih poljskih pokusa kojima bi se utvrdila stvarna moguća šteta od ove bolesti, počelo se nakon uspješnog savladavanja tehnike proizvodnje inokuluma. Postavljanjem poljskih pokusa u uvjetima umjetne infekcije omogućilo je da se pomoću odgovarajućih statističkih metoda izračunavanja ustanovi stvarno djelovanje *Fusarium graminearum* Schw. na rodnost, kako općenito, tako i po sortama (križancima). Njen utjecaj na smanjenje rodnosti može se iskazati i smanjenjem uroda.

Razlog tome su problemi, koji se mogu javiti, a o kojima su pisali mnogi autori. Među prvima o tim poteškoćama pisao je Bockmann (1958.) i zaključio



da se urod kao pokazatelj može egzaktno primijeniti samo u slučaju epidemijskog napada (epifitocije) *Fusarium graminearum* Schw. Scott i Beneditz (1977.) su nakon statističke obrade izmjera uroda na kontrolnim i zaraženim parcelicama (*Septoria nodorum* Berk.) ustanovili da smanjenje uroda kao objektivni pokazatelj ima i neke eksperimentalne pogreške, koje nastaju radi nemogućnosti postavljanja pokusa s većim brojem repeticija od uobičajenog a što bi u ovakvim pokusima, po njima, bilo nužno. Ukoliko bi se i povećao broj repeticija tada može doći do poteškoća u ravnomjernom nanošenju suspenzije spora kod umjetne infekcije. Slične tvrdnje iznosi Korić (1986.) u svojim istraživanjima (*Septoria nodorum* Berk.). Usprkos navedenim nedostacima mnogi su autori odlučili u uvjetima umjetne infekcije izazvati jači napad *Fusarium graminearum* Schw. i pomoću smanjenja uroda pokazati kolika je moguća štetnost te bolesti.

Dimitrijević, Jurković i Kondić (1985.) su na području istočne Slavonije i Baranje u 1984. godini, istraživali pojavu intenziteta napada patogena *Fusarium graminearum* Schw. na pšenici. Postotak zaraženih klasova pšenice na proizvodnim površinama iznosio je od 5 do 30%, a na sortama u pokusima od 20 do 72%, zavisno o sorti. Postotak zaraženog sjemena kretao se od 0% (Lonja i Mačvanka) do 14% (Zg IPK 1882.). Kod Super Zlatne zaraza je iznosila 2%. Podbačaji u urodu pšenice u pojedinim godinama često su u korelaciji s jačom pojavom fuzariozne paleži klasa (Marić i dr., 1986.). Vлага u razdoblju od cvatnje pa do kraja vegetacije u mnogim je uzgojnim područjima pšenice u Hrvatskoj u zadnjih nekoliko godina doprinijela da je napad te bolesti osrednji do jak i da kod pojedinih sorata možemo naći i više od 30% napadnutih klasova (Cvjetković i dr., 1987.). Kolika je zapravo ta šteta i koliki je moguć njen maksimum u našem uzgojnom području pšenice (sjevero-zapadna Hrvatska), bez egzaktnih poljskih ispitivanja teško je vjerodostojno utvrditi. Stoga smo na lokaciji Botinec postavili odgovarajuće poljske pokuse za razdoblje od 1985. - 1986. godine za tri sorte (Super Zlatna, Nova Zlatna i Baranjka) i dvije linije (Zg 68/82 i Zg 6764/76, sve kreacije Instituta za oplemenjivanje i proizvodnju bilja u Zagrebu (Korić i Tomasović, 1989.). Zadatak ispitivanja bio je utvrditi koliki utjecaj može imati fuzariozna palež klasa na smanjenje uroda. Dakle, ovim radom uz epifitocijski napad gljive *Fusarium graminearum* Schw. ostvaren u uvjetima umjetne zaraze, željeli smo ispitati utjecaj te bolesti na urod već navedenih sorata i linija Instituta za oplemenjivanje i proizvodnju bilja u Zagrebu. Jak napad gljive osiguran je umjetnom infekcijom s populacijom odabranih izolata gljive *Fusarium graminearum* Schw. Smanjenje uroda u 1985. godini kretalo se od 53% do 70%, te u godini 1986. od 51% do 53%. Ovako veliko smanjenje uroda pod utjecajem te bolesti treba pripisati ne samo činjenici da je obavljena umjetna



zaraza, nego i stvarnim klimatskim uvjetima koji su pogodovali razvoju te bolesti. To se posebno odnosi na 1986. godinu, kada je u prirodnim uvjetima zabilježen srednje jak napad fuzarikoze paleži klasa, što se, dakako, odrazilo i na postotak ukupnog smanjenja uroda u toj godini. Na taj način došlo je do prividnog manjeg smanjenja uroda, iako se na osnovi klimatskih prilika to ne bi moglo reći.

Kod uroda zrna po provedenoj analizi varijance dobiven je F-test, koji nije bio opravdan kako u uvjetima umjetne tako i u uvjetima prirodne infekcije (jedino je bio opravdan F-test kod pokusa 2 u uvjetima umjetne infekcije). U pokusu 1 smanjenje uroda zrna u uvjetima umjetne infekcije u odnosu na prirodnu infekciju kod roditelja u prosjeku je iznosilo 11,8%, odnosno kretalo se od 2,4% (Encruzilhada) do 21,0% (Toropi). Kod jednostrukih križanaca  $F_1$  generacije smanjenje je iznosilo u prosjeku 7,9% tj. variralo je od 1,1% Toropi x Bizel do 15,5% Bizel x Balaya-cerkov. Kod dvostrukih križanaca  $F_1 \times F_1$  generacije smanjenje uroda zrna u uvjetima umjetne infekcije u odnosu na prirodnu infekciju iznosilo je u prosjeku 12,8%, odnosno variralo je od 1,0% / (Bizel x Mironovskaya 808) x (Roazon x Encruzilhada) / do 35,5% / (Bizel x Poncheau) x (Mironovskaya 808 x Balaya-cerkov) /.

U pokusu 2 smanjenje uroda zrna u uvjetima umjetne infekcije u odnosu na prirodnu infekciju kod roditelja iznosilo je čak 41,4%, tj. kretalo se od 27,2% (Bizel) do 49,2% (Toropi). Kod jednostrukih križanaca  $F_1$  generacije smanjenje uroda zrna u uvjetima umjetne infekcije iznosilo je u prosjeku 28,0%, tj. kretalo se od 11,2% Bizel x Poncheau do 42,3% Bizel x Balaya-Cerkov. Kod dvostrukih križanaca  $F_1 \times F_1$  generacije smanjenje uroda zrna u uvjetima umjetne infekcije u odnosu na prirodnu infekciju iznosilo je u prosjeku 32,0%, odnosno variralo je od 4,1% / (Roazon x Poncheau) x (Bizel x Balaya-cerkov) / do čak 70,0% / (Roazon x Bizel) x (Bizel x Poncheau) /.

## ZAKLJUČCI

Budući da je program unašanja otpornosti na fuzarijsku palež klasa (*Fusarium graminearum* Schw.) vrlo složen, prosudba otpornosti materijala pšenice na spomenutu bolest obavljena je:

- putem uroda zrna po biljci.

Urod zrna po biljci vrlo je kompleksno svojstvo i rezultat je djelovanja niza činilaca. U ovom slučaju utjecaj *Fusarium graminearum* Schw. na urod zrna po biljci prosuđen je na osnovi 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 zaraze (kontrola) u 1993. godini.



U poljskom pokusu 1 od testiranih početnih izvora otpornosti (roditelja), kako u uvjetima prirodne tako i u uvjetima umjetne infekcije, najbolju razinu otpornosti (ocjena intenziteta napada) ostvarili su Encruzilhada, Bizel, Poncheau, te Mironovskaya 808. Najniža razina otpornosti dobivena je kod Toropi, Balaya-cerkov, a napose kod Roazona. Kod jednostrukih križanaca  $F_1$  generacije najbolju otpornost ostvarili su križanci: Mironovskaya 808 x Poncheau, te Bizel x Mironovskaya 808.

Najslabija otpornost dobivena je kod križanca: Roazon x Balaya-cerkov. Kod dvostrukih križanaca  $F_1 \times F_1$  generacije najbolja razina otpornosti dobivena je kod kombinacije križanja /(Bizel x Mironovskaya 808) x (Balaya-cerkov x Poncheau)/. Najlošija otpornost dobivena je u kombinaciji križanja: /(Roazon x Balaya-cerkov) x (Mironovskaya 808 x Poncheau)/.

U pokusu 2 kao i u pokusu 1 najbolja razina otpornosti kod korištenih početnih izvora (roditelji) ostvarena je izvorima: Encruzilhada, Bizel, Poncheau, te Mironovskaya 808. Ponovo najslabija razina otpornosti dobivena je kod Balaya-cerkov, Toropi, te Roazon. Kod jednostrukih križanaca  $F_1$  generacije najbolja razina otpornosti dobivena je u kombinaciji križanja: Toropi x Encruzilhada, a najslabija otpornost u kombinaciji križanja: Roazon x Balaya-cerkov. Kod dvostrukih kombinacija križanja  $F_1 \times F_1$  generacije najbolja razina otpornosti ostvarena je u kombinaciji križanja: /(Toropi x Bizel) x (Roazon x Encruzilhada)/, a najlošija otpornost u kombinaciji križanja: /(Roazon x Mironovskaya 808) x (Bizel x Balaya-cerkov)/.

Najotporniji izvori na *Fusarium graminearum* Schw. nisu dali i najveći urod zrna. Naprotiv, najlošiji izvori (Balaya-cerkov, Toropi i Roazon) ostvarili su i najveći urod zrna. Iako su u križancima  $F_1$  i  $F_1 \times F_1$  generacije sadržani genotipovi osjetljivi na *Fusarium graminearum* Schw., rekombinacijom gena i procesom selekcije i testiranja (umjetna i prirodna infekcija), dobivene su linije pšenice (križanci) poboljšane otpornosti uz visoku rodnost. Tako je kod dvostrukih križanaca  $F_1 \times F_1$  generacije u oba pokusa dobiven veći urod zrna po biljci u odnosu na jednostruke križance  $F_1$  generacije i roditelje, što znači da je kod križanaca poboljšana otpornost u odnosu na roditelje.

U pokusu 1 od početnih izvora (roditelja) najveći urod zrna po biljci ostvario je Roazon, a najniži urod dobiven je kod Encruzilhade. Kod jednostrukih križanaca  $F_1$  generacije najveći urod zrna ostvaren je u kombinaciji križanja: Toropi x Encruzilhada, a najniži u kombinaciji križanja: Bizel x Balaya-cerkov. Kod dvostrukih križanaca najveći urod dobiven je u kombinaciji križanja: /(Toropi x Bizel) x (Balaya-cerkov x Poncheau)/, a najniži u kombinaciji križanja: /(Toropi x Bizel) x (Mironovskaya 808 x Poncheau)/.

U pokusu 2 od korištenih roditelja najveći urod zrna dobiven je s Toropi, a najniži s Roazonom. Kod jednostrukih križanaca  $F_1$  generacije najveći urod



zrna po biljci ostvaren je u kombinaciji križanja: Roazon x Bizel, a najmanji u kombinaciji križanja: Bizel x Balaya-cerkov. U dvostrukih kombinacija križanja  $F_1 \times F_1$  generacije najveći urod zrna dobiven je u kombinaciji križanja: /(Roazon x Bizel) x (Toropi x Encruzilhada)/, a najmanji u kombinaciji križanja: /(Roazon x Poncheau) x (Bizel x Poncheau)/. Navedeni zaključci odnose se na rezultate dobivene u uvjetima umjetne infekcije u odnosu na prirodnu infekciju (kontrola).

#### LITERATURA

- Bockmann, H. (1958): Untersuchungen über die Braunfleckigkeit des Weizens im Sommer 1957. *Phytopath. Z.*, Bd 33, Heft 3.
- Borojević, S., J. Potočanac, Ž. Teofilović (1960): Stvaranje novih visokoprinosnih sorti pšenice. Izvještaj o radu do 1960. godine, Beograd, 1-65.
- Borojević, S., J. Potočanac (1966): Izgradnja jugoslavenskog programa stvaranja visokoprinosnih sorti pšenice. V. Jug. Simpozij o naučno-istraživačkom radu na pšenici, 11-12, 7-35, Novi Sad.
- Chaofei, Z., Suisheng, X., Cuning, Q and B. Guihua (1986): Contribution to breeding wheat for scab resistance in China. 4 th International Wheat Conference, 2-5 May, Rabat, Morocco.
- Cvjetković, B., F. Balaž, D. Matijević (1987): Dosadašnja iskustva sa suzbijanjem bolesti pšenice u nas i u Evropi. *Zaštita bilja*, Vol. 38(2), 177-183, Beograd.
- Čizmić, I. (1986): Fuzarioze pšenice i njihovo suzbijanje. *Bilten "Poljodobra"*, Br. 3, 7-10, Zagreb.
- Dimitrijević, M., D. Jurković, Đ. Kondić (1985): *Fusarium* spp. na pšenici područja Baranje. *Agronomski glasnik*, Br., 5-6, 115-119, Zagreb.
- Kišpatić, J. (1980): Bolesti biljaka "visokog standarda". *Bilten "Poljodobra"*, Br. 1, 21-27, Zagreb.
- Korić, B. (1996): Ispitivanje otpornosti nekih genotipova pšenice prema *Septoria nodorum* Berk. Doktorska disertacija, Zagreb.
- Korić, B., S. Tomasović (1989): Utjecaj gljive *Fusarium graminearum* Schw. na sniženje uroda pšenice. *Agronomski glasnik*, Br. 3, 49-53, Zagreb.
- Liu, Z. Z. (1984): Recent advances in Research on Wheat Scab in China. Wheats for more tropical environments. *Proceedings of the International Symposium*, September 24-28, Mexico, D.F. The United Nations Development Programme and CIMMYT, 174-181.
- Marić, A., M. Bošković, F. Balaž, B. Kostić (1986): Zaštita pšenice od bolesti s posebnim osvrtom na kemijske mjere suzbijanja. *Zbornik referata sa seminara agronoma*, 286-295.



- Milatović, I., V. Vlahović, S. Tomasović (1982): Otpornost klasova pšenice prema *Fusarium graminearum* Schw. *Zaštita bilja*, Vol. 33 (4) br. 162, 389-396, Beograd.
- Scott, P. R., P. W. Benedikz (1977): Field Techniques for assessing the Reaction of Winter Wheat Cultivar to *Septoria nodorum*. *Ann. appl. Biol.* 85:345-358.
- Tomasović, S. (1981): Breeding of Wheat for Resistance to *Fusarium* diseases, especially to *Fusarium graminearum* and creating a model for inheritance of Resistance in new wheat cultivars. *Genetika*, Vol. 13, No. 2:177-187, Beograd.
- 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 Collins, CO, USA.
- Tottman, D. R., H. Broad (1987): Decimal code for growth stages of cereals. *Annals of Applied Biology* 110, 683-687.
- Wu, C. S. Zhaosu (1986): Development of a Gene Pool with improved Resistance to scab in wheat by using the dominant Male-Sterile Gene Ta 1. 4 th International Wheat Conference, 2-5 May, Rabat, Morocco.

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