

OPLEMENJIVANJE PŠENICE NA OTPORNOST PREMA FUZARIOZAMA KLASA (PALEŽ KLASA)

Slobodan TOMASOVIĆ^a, Viktorija VLAHOVIĆ^b, Izvorni znanstveni rad
Mladen MATIJAŠEVIĆ^c, Branko SESAR^d Primljeno 15-05-1991

IZVOD

U radu je dat prikaz oplemenjivanja pšenice na otpornost prema fuzariozama klasa (palež klasa). Iznijeti su razlozi jače pojave bolesti s osobitim osvrtom na uzgoj novih polupatuljastih visokorodnih sorti pšenice, uz vrlo intenzivnu agrotehniku. Iznosi se početak rada na oplemenjivačkom programu. Daje se osvrt na suradnju u svijetu u vezi sakupljanja izvora otpornosti, te razmjene selekcijskog materijala među selekcionerima u svijetu, u stvaranju novih linija, odnosno sorti otpornih na fuzarioze klasa, a čiji je glavni uzročnik patogen *Fusarium graminearum* Schw. u našem uzgojnom području pšenice. Daje se prikaz metoda križanja i selekcije u stvaranju sorti otpornih na palež klasa. Iznosi se također i fitopatološki rad s naglaskom na metodu umjetne infekcije modificiranu prema našim uvjetima proizvodnje.

BREEDING WHEAT FOR RESISTANCE TO FUSARIUM DISEASE ON SPIKE (HEAD BLIGHT)

S. TOMASOVIĆ^a, V. VLAHOVIĆ^b, Original scientific paper
M. MATIJAŠEVIĆ^c, B. SESAR^d Received 15-05-1991

ABSTRACT

The paper gives a brief account of wheat breeding for resistance to fusarium disease on spikes (head blight). Causes of more severe incidence of this disease are presented, with a special reference on growing semi-dwarf high-yielding wheat varieties applying intensive cultural practices. The beginning of the breeding program is outlined. Cooperation with countries from worldwide is commented on collecting sources of resistance and the exchange of breeding materials among the breeders in developing new lines or varieties resistant to head fusarium, mainly caused by *Fusarium graminearum* Schw. in our wheat growing areas. Methods of crossing and breeding used in development of resistant varieties to head blight are given. Also, phytopathological part of the work is presented, with an emphasis laid on methods of artificial infection to our growing conditions.

UVOD

U oplemenjivanju pšenice postignuti su do sada značajni rezultati, tj. stvorene su sorte visokog genetskog potencijala rodnosti uz vrlo dobru adap-

Republika Hrvatska 41000 Zagreb, Institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja — Zagreb

Institute for breeding and production of field crops

Zavod za strne žitarice — Botinec — Department of small grain cereal crops — Botinec

ad/^a dr. agr. nauka, Doc. agr. sci

ad/^b mr. agr. nauka, Mast. agr. sci

ad/^c dr. agr. nauka, Doc. agr. sci

ad/^d mr. agr. nauka, Mast. agr. sci

tabilnost. Međutim, u proizvodnji pšenice genetski potencijal rodosti ne ostvaruje se u potpunosti zbog utjecaja negativnih faktora koji djeluju na urod, kvalitetu zrna i brašna. Jedan od direktnih negativnih faktora je fuzarijska palež klasa, koju uzrokuje najčešće *Fusarium graminearum* Schw.

Jači ili slabiji napad *Fusarium graminearum* Schw. na pšenici, oдавno je poznat na nas. Posljednjih godina zapaženo je u našoj široj poljoprivrednoj praksi da je ovo oboljenje sve više izraženo na klasovima pšenice, naročito u godinama kada u vrijeme cvatnje vladaju visoke temperature uz visoku relativnu vlažnost zraka. **Fuzarijska palež klasa je oboljenje visoko produktivnih genotipova pšenice uz primjenu vrlo intenzivne agrotehike.**

Današnji način intenzivnog uzgoja pšenice karakterizira visok potencijal rodosti zasijanih sorata. Za realizaciju tog potencijala rodosti potrebni su određeni preduvjeti vezani za povećan broj klasova po m² (gušći sklop) i povećanu gnojidbu mineralnim gnojivima u kojoj se posebno ističe dušična komponenta. Sve gore navedeno dovodi do stvaranja povoljne mikroklimе u usjevu koja pogoduje razvoju mnogih bolesti, od kojih je jedna od najopasnijih fuzariozna palež klasa (*Fusarium graminearum* Schw. najčešće).

Prema dosadašnjim istraživanjima kod nas i u svijetu u današnjim uvjetima proizvodnje pšenice smanjenje uroda napadom ove bolesti može iznositi do 50%, pa i više, čak i do 80% (Tomasović, 1987; Čizmić, 1986; Korić, 1989; Korić i Tomasović, 1989 i dr.).

Selekcija pšenice na otpornost na fuzarijsku palež klasa (*Fusarium graminearum* Schw.)

Pod imenom fuzarioze pšenice podrazumijevamo kompleks oboljenja koje prouzrokuju gljive iz roda *Fusarium*. Prema simptomima i vrsti *Fusarium-a*, javljaju se tri oboljenja pšenice i to:

- 1) Snježna pljesan (*Fusarium nivale*)
- 2) Fuzariozna trulež korijena i stabljike (*Fusarium spp.*) i
- 3) Fuzarioze klasa (*Fusarium spp.*)

Fuzarioze se javljaju gotovo svake godine u našoj zemlji. Sve češći podbačaji u urodu pšenice pojedinih godina mogu se pripisati jačoj pojavi fuzarioza, osobito fuzarioza klasa. Fuzarioznoj truleži korijena i stabljike (kompleks oboljenja podnožja busa) se često pripisuje prinudno zrenje i pojava prijevremenog uvenuća biljaka. Ovom oboljenju se često pripisuje toplotni udar, a sa kojim je povezano prinudno zrenje. Snježna pljesan kao posljedica napada *Fusarium nivale* uzrokuje propdanje zimi. Gljiva razara koleoptilu, radi čega se javlja zaostajanje u rastu (plješine u usjevu). Za vrijeme proljeća i ljeta spore sa bolesnih biljaka mogu dospjeti na klasove i za ranijeg napada zrna postaju štura, a kasnija infekcija ne utječe na tvorbu zrna (Marić, 1983).

Problem *Fusarium spp.*, a posebno *Fusarium graminearum* Schw. i *Fusarium culmorum* (W. G. Smith) Sacc. dobiva danas sve više na značaju u suvremenoj proizvodnji pšenice. Stoga spomenute bolesti »fuzarioze« u sadašnje vrijeme imaju sinonim tzv. modernih bolesti, odnosno »novih bolesti biljaka visokog standarda«. U posljednjih 20—30 godina gotovo na svim poljoprivrednim kulturama je izmjenjen način proizvodnje. Sa ekstenzivne prešlo se je na intenzivnu industrijsku proizvodnju hrane. U novom načinu uzgoja, javio se je niz tzv. novih bolesti, među njima i fuzarioze pšenice, koje su postale limitirajući faktor proizvodnje. U stvari radi se o »starim« bolestima, nama i ranije poznatim, samo što ranije nisu imale važnost. U ranijem načinu proizvod-

nje intenzitet napada im je bio slab, a sada mogu uzrokovati velike gubitke uroda (Kišpatić, 1980.).

Palež klasova pšenice mogu uzrokovati nekoliko vrsta *Fusarium*. *Gibberella zeae* (Schw.) Petch. (*Fusarium graminearum* Schw.) najrašireniji je uzročnik bolesti kukuruza u proizvodnji. Zbog uskog plodoreda moglo se je pretpostaviti da je ista vrsta *Fusarium* i najrašireniji uzročnik paleži klasova pšenice, što je dokazano našim ispitivanjima (Milatović, Vlahović, Tomasović, 1982). Slične tvrdnje su iznijeli i drugi autori (Purss, 1966, 1969, McKnight and Hart, 1966, Wildermuth and Purss, 1971 i dr.), s time da su svoja istraživanja usmjerili na proučavanje bazalnog dijela vlati i podnožja busa pšenice (crown rot).

Pojava jačeg napada ove bolesti posljedica je veoma uskog plodoreda (kukuruz—pšenica i obrnuto), kod kojih je isti uzročnik bolesti, te pšenica iz pšenice, kao i intenzivne gnojidbe, naročito dušikom (primjena više od 200 kg čistog N/ha, a što je i neophodno za postizanje visokih uroda). Fuzarijska palež klasa uzrokuje znatna sniženja uroda pšenice, koja mogu iznositi i 50 %, pa i više — čak i 80 %, a što je ovisno o utjecaju vanjskih faktora i o genotipu. Jači napad povezan je i širenjem novih sorata pšenice koje ne posjeduju otpornost prema ovoj bolesti, pošto i selekcija nije bila usmjerena u tom pravcu. Obzirom na sve veće štete zbog smanjenja uroda, u Institutu za oplemenjivanje i proizvodnju bilja u Zagrebu 1978. godine izrađen je program oplemenjivanja pšenice na otpornost prema bolesti *Fusarium* spp. (*Fusarium graminearum* Schw. najčešće) (Tomasović, 1981, 1983).

Posljednjih godina zapaženo je u našoj široj poljoprivrednoj praksi da je ovo oboljenje 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 zraka).

Pojava bolesti je ranijeg datuma (osobito je uočena 70-tih godina), i dalo se naslutiti da se bolest pojavljuje u sve većem obimu. U početku su štete bile neznatne i kretale su se od 2—5 % (Milatović, 1960). Ustanovljeno je, međutim, da su štete od *Fusarium* spp. (*Fusarium graminearum* Schwabe) jako porasle, čak od 30—50 %, pa i više (Perišić, 1963). Cassini i Messiaen (1976) su vršili istraživanja *Fusarium*-a na pšenici u relaciji sa intenzivom proizvodnjom kukuruza u uvjetima Francuske. Najvidnija manifestacija je blijeđenje klasa, a postotak zaraze je veći kada je kukuruz u rotaciji učestaliji, a iza pšenice je nešto slabiji napad.

MATERIJAL I METODIKA RADA

U selekcijskom procesu izdvojeni su genotipovi polupatuljastog habitusa rasta otpornih na polijeganje, kako u gustoj sjetvi, tako i kod primjene povećanih doza mineralnih gnojiva. Gusti sklop pogoduje intenzivnijem napadu mnogih gljivičnih bolesti, među kojima su i fuzarioze klasa. Kako je dosad poznatim oplemenjivačkim metodama gotovo nemoguće stvoriti potpuno otporni genotip na nekoliko patogenih vrsta iz raznih rodova pa i na *Fusarium*, rad je usmjeren na postizanje otpornosti pšenice na najvažnije gljivčne bolesti, među njima i na fuzarijsku palež klasa.

Oplemenjivanje pšenice na otpornost prema *Fusarium graminearum* Schw. je kontinuirani proces u kojem se nastoji iz pšenica — nosilaca otpornosti prenijeti gene otpornosti u naše nove linije. Nove linije stvaramo prema

našem programiranom ideotipu oplemenjivačkim metodama križanja i selekcije. Izvore otpornosti sakupljamo na bazi razmjene selekcijskog materijala sa selekcionerima u svijetu. Izvore otpornosti (test-sortiment), kao i dio generacijskog materijala (većinu ranijih tako i kasnijih generacija) testiramo u uvjetima umjetne infekcije.

Oplemenjivanjem pšenice prema *Fusarium graminearum* Schw. unosimo gene otpornosti u genotipove pšenice, koji posjeduju dobra gospodarska svojstva. Radi unošenja otpornosti pšenice prema spomenutom patogenu, potrebno je inkorporirati gene otpornosti u postojeće visoko produktivne genotipove pšenice u vidu poljske otpornosti (horizontalno) bazirane na većem broju gena manjeg učinka (minor geni).

Program oplemenjivanja pšenice prema *Fusarium* spp., specijalno prema *Fusarium graminearum* Schw. je dugotrajan oplemenjivačko-genetski program stvaranja otpornih genotipova pšenice. U tom smislu proces istraživanja podijeljen je u nekoliko faza rada, od kojih je sakupljanje izvora otpornosti i njihovo inkorporiranje u postojeće visoko produktivne genotipove pšenice jedan od bitnih preduvjeta za krajnji cilj istraživanja. Proces istraživanja podijeljen je u nekoliko faza rada:

- a) Sakupljanje sortimenta pšenice (test-sortiment sa naglaskom na izvore otpornosti: **faza kolekcije materijala**).
- b) Testiranje istih i izbor najotpornijih biljaka i klasova (OB, OK) u uvjetima umjetne i prirodne infekcije.
- c) Križanje, odnosno unašanje gena otpornosti u visokorodne genotipove pšenice na datu bolest.
- d) Provjera otpornosti linija pšenice u prirodnim uvjetima kroz mrežu mikro i makro pokusa, te terenskih, proizvodnih i sličnih pokusa.

Izvori otpornosti pšenice na fuzarioze klasa

S obzirom na veliki značaj izvora otpornosti pšenice na *Fusarium*, već su u toku 1976. i 1977. godine uspostavljeni kontakti sa centrima u svijetu, koji se bave oplemenjivanjem pšenice prema *Fusarium* spp. (Nizozemska, Brazil, Kina, Japan, Australija, USA). Nakon 1980. godine suradnja sa centrima koji se bave fuzariozama pšenice je proširena, tako da su kontakti uspostavljeni sa Mađarskom, Francuskom, Njemačkom, Bugarskom, Meksikom, (CIM-MYT), Čileom, Argentinom, Kanadom, Južnom Korejom i drugima.

Dobiveni izvori testiraju se na eksperimentalnom polju Instituta u Boticu, u uvjetima umjetne i prirodne infekcije prema ovoj bolesti, te na ostale bolesti i druga važna gospodarska i biološka sredstva. U oplemenjivanju izvora otpornosti (nakon izbora najotpornijih), vršimo križanje istih međusobno u cilju povećanja nivoa otpornosti, koji trebaju poslužiti kao izvor otpornosti prema paleži klasa (*Fusarium graminearum* Schw.), u stvaranju sorata pšenice visokog uroda, otpornih na ovu bolest. Zato je izvore otpornosti potrebno prethodno oplemeniti putem »pred-selekcije« u cilju povišenja nivoa otpornosti, uz paralelnu eliminaciju negativnih faktora. Dobivena potomstva testiramo u uvjetima umjetne infekcije u F-2, F-3, F-4 i daljnjim generacijama, kako bi se izdvojili najotporniji genotipovi. Njihova potomstva najprije uzgajamo na način klas/red, a dalje kao ostali generacijski materijal po pedigree-metodi s kontinuiranim i diskontinuiranim individualnim izborom klasova (selekcija).

Novi oplemenjeni izvori otpornosti

Nasljeđivanje *Fusarium* spp. je kontrolirano multiplim genima (poligeno nasljeđivanje). U oplemenjivanju na otpornost prema *Fusarium* povratno križanje (back-cross) može biti uspješno, a primjena dialelnog križanja i primjena rekurentne selekcije je najviše efektivna metoda za povećanje frekvencije gena na otpornost prema spomenutom patogenu (Tomasović, 1981).

Oplemenjivanjem izvora otpornosti pšenice prema fuzarijskoj paleži klasa započelo se još 1981. godine u smislu poboljšanja otpornosti pšenice prema *Fusarium* primjenom rekurentne selekcije. Ovim istraživanjem nametnuo se problem, da se ispita:

1. Poboljšanje odabranih izvora otpornosti pšenice prema bolesti *Fusarium*.
2. Iznalaženje spomenutog poboljšanja otpornosti pšenice primjenom rekurentne selekcije, u ovom slučaju kao najpogodnije metode.

Cilj ovih istraživanja je da se utvrdi ponašanje (reakcija) odabranih izvora otpornosti pšenice, primjenjujući nepotpuno dialelno križanje i rekurentnu selekciju za dobivanje smjernica, a koje bi se koristile u oplemenjivačkom programu prema bolesti *Fusarium*. Odabralo se 7 izvora otpornosti kod čega se imalo u vidu što šira genetska varijabilnost roditelja (Francuska, SSSR, Brazil). Na izabranim genotipovima (izvorima) po shemi polovičnog dialela, načinjena je 21 kombinacija jednostrukih križanja, a u 1982. godini su izvršena među-križanja F-1 generacija ($F-1 \times F-1$) formirajući F-1 generaciju dvostrukih križanja (double cross-a = F-2 derivirana generacija).

U cilju dobivanja što veće frekvencije poželjnih gena izvora otpornosti prema *Fusarium*, načinjene su 34 kombinacije dvostrukih križanja (double-cross-a). U 1983. godini su postavljena 4 pokusa i to 2 pokusa u 5 repeticija (17 kombinacija $F-1 \times F-1$, 13 F-1, te 7 roditelja (izvora otpornosti), a druga 2 pokusa postavljena su u 3 repeticije zbog rasplodive količine sjemena (17 kombinacija double-cross-a ($F-1 \times F-1$), 11 F-1, te 7 roditelja (izvora otpornosti)). Dva pokusa su postavljena u uvjetima umjetne infekcije, a druga dva pokusa u uvjetima prirodne infekcije po randomiziranom blok-sistemu postavljanja pokusa. Pokusi su **prostorno udaljeni** radi mogućnosti prenošenja spora patogena (*Fusarium graminearum* Schw. najčešće).

U 1983. godini je načinjena umjetna infekcija (2 pokusa), pri čemu su nakon ocjene materijala odabrane najotpornije kombinacije križanja za **I. ciklus rekurentne selekcije**. Odabralo se 6 kombinacija križanja, na kojima je u 1984. godini načinjeno 15 F-1 kombinacija križanja (polovični dialel), i na kojima je u 1985. godini načinjeno 105 kombinacija F-1 generacije kao završni dio postavljenog eksperimenta. Rezultati su već koriste u programu oplemenjivanja pšenice prema *Fusarium graminearum* Schw.

Laboratorijska ispitivanja gljive *Fusarium graminearum* Schw.

Fitopatološka istraživanja u sklopu oplemenjivanja pšenice na otpornost prema paleži klasa, koju uzrokuje najčešće gljiva *Fusarium graminearum* Schw. odvijaju se u slijedećem:

- a) Izolacija patogena iz uzoraka zaraženih klasova i uzgoj u čistoj kulturi
- b) Ispitivanje patogena u laboratorijskim uvjetima na hranjivoj podlozi (PDA-supstrat = krumpir dekstrozni agar)
- c) Ispitivanje virulentnosti *Fusarium graminearum* Schw.

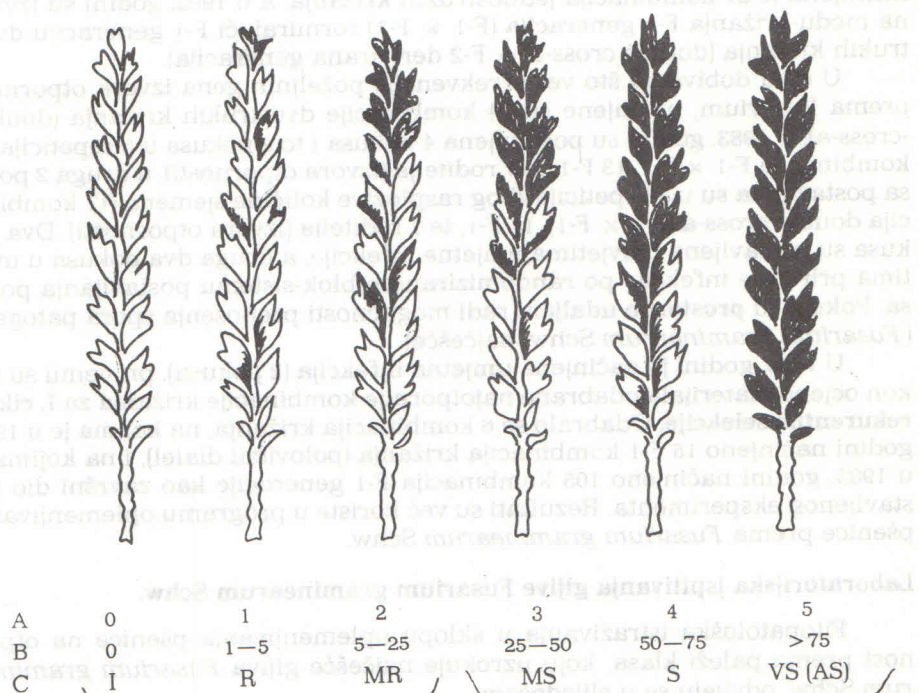
d) Ispitivanje otpornosti pšenice prema *Fusarium graminearum* u uvjetima umjetne infekcije u odrasлом stadiju (adult-stage) na polju, a što je u sklopu ispitivanja gljive u laboratorijskim uvjetima.

e) Sakupljanje uzoraka zaražene pšenice (klasovi) kao početak rada u laboratoriju.

Identifikacija speciosa roda *Fusarium* vrši se u laboratoriju iz čistih kultura, uzgojenih na hranjivoj podlozi (PDA = krumpir dekstrozni agar) porijeklom iz različitih lokacija. Izolati iz čistih kultura se zatim umnažaju na hranjivoj podlozi radi praćenja virulentnosti, tj. brzine stvaranja kolonija, brzine i količine sporulacije. Samo se izolati s brзом i obilnom sporulacijom koriste za pripremu inokuluma za umjetnu infekciju. Čini se suspenzija spora odnosno populacija različitih virulentnih izolata spomenutog patogena.

Umjetna infekcija se čini u stadiju cvatnje pšenice, i tom prilikom se koristi »spray-metoda«. Ocjenjivanje otpornosti pšenice se čini oko 15 dana nakon tretiranja po skali od 0–5. U toku vegetacije pšenice sakupljaju se uzorci zaraženih klasova u prirodnim uvjetima infekcije, koji služe za istraživanje u narednoj godini. U umjetnoj infekciji se testiraju slijedeći materijali:

Crtež 1. Skala za ocjenjivanje napada fuzarioze klasa pšenice (*Fusarium graminearum* Schw.)



»R« — otporni klasovi

»S« — osjetljivi klasovi

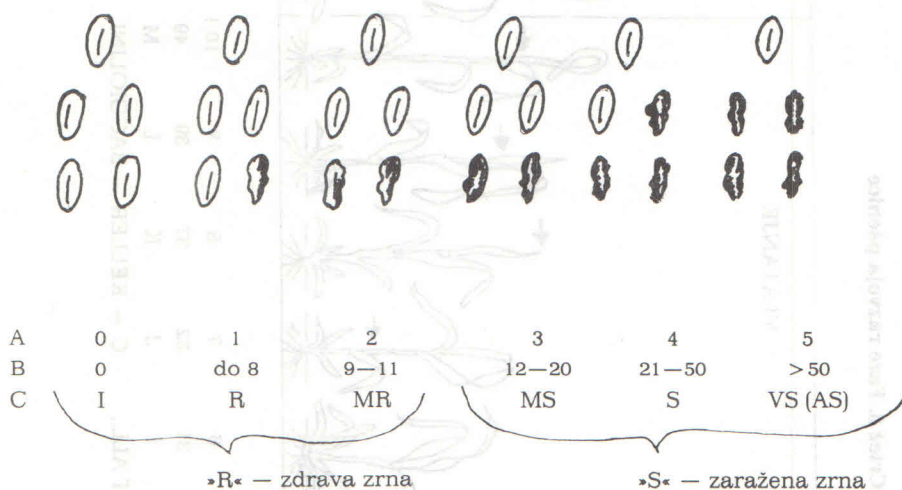
A = stupanj (intenzitet napada)

B = % zahvaćenosti klasa infekcijom

C = reakcija otpornosti (R) odnosno osjetljivosti (S) klasova pšenice

- 1) Izvori otpornosti
- 2) Roditelji za križanje
- 3) F-2, F-3 generacija, kao i kasnije generacije
- 4) Materijali, koji se nalaze u preliminarnim sortnim ispitivanjima (tzv. »parcelice« veličine 7,5 m²)
- 5) Materijali, koji se nalaze u komparativnim sortnim mikro-pokusima i drugo.

Crtež 2. Skala za ocjenjivanje napada fuzarioze klasa pšenice brojanjem zaraženih zrna (*Fusarium graminearum* Schw.)



A = stupanj (intenzitet) zaraze

B = % zaraženih zrna

C = reakcija otpornosti (R) odnosno osjetljivosti (S) na osnovu postotka zaraženih zrna

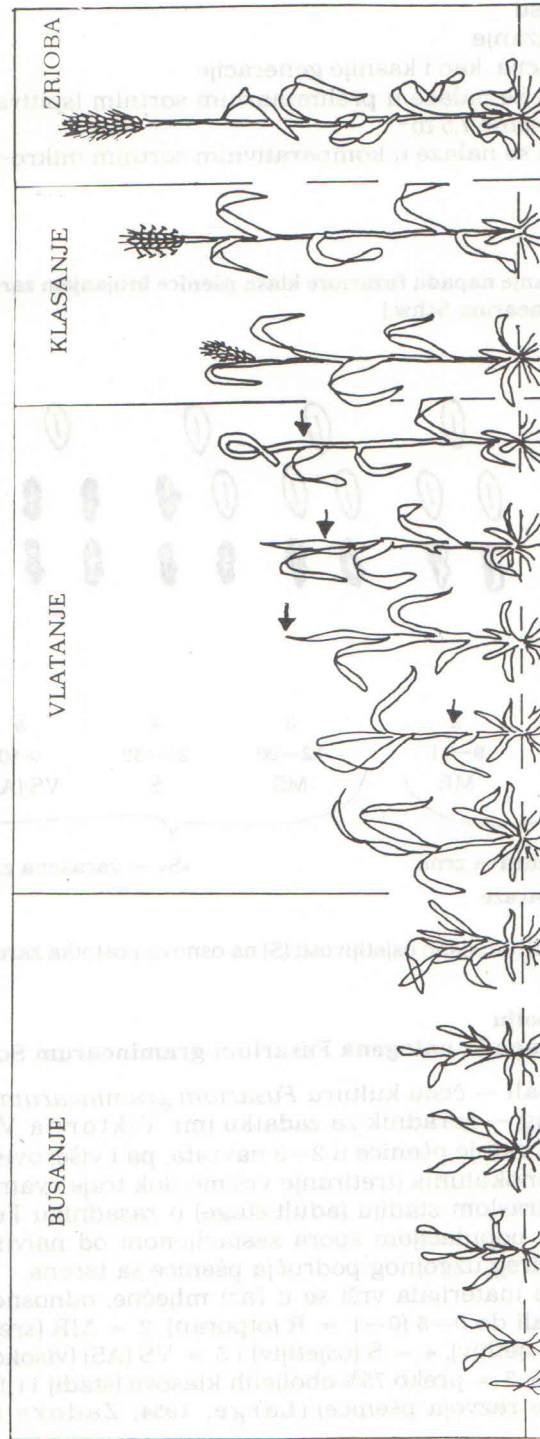
Umjetna infekcija na polju

Skala za ocjenjivanje napada patogena *Fusarium graminearum* Schw.

Infektivni materijali — čistu kulturu *Fusarium graminearum* Schw. osigurava i vrši fitopatolog — suradnik za zadataku (mr Viktorija Vlahović). Infekcija se vrši u fazi cvatnje pšenice u 2—3 navrata, pa i više, ovisno o dužini vegetacije i količini inokuluma (tretiranje vršimo dok traje cvatnja usjeva). Testiranje vršimo u odraslom stadiju (adult-stage) u rasadniku *Fusarium*-a. Infekcija se obavlja sa populacijom spora sastavljenom od najvirulentnijih izolata sakupljenih iz šireg uzgojnog područja pšenice sa terena.

Ocjena otpornosti materijala vrši se u fazi mlječne, odnosno mlječno-voštane zrelosti po skali do 0—5 (0—1 = R (otporan), 2 = MR (srednje otporan), 3 = MS (srednje osjetljiv), 4 = S (osjetljiv) i 5 = VS (AS) (visoko osjetljiv), gdje je 0 = nema zaraze, 5 = preko 75% oboljelih klasova (stadij 11,1 i 11,2 Fe-ekes — ove skale faze razvoja pšenice) (Large, 1954; Zadoks i dr, 1974). (crtež 1, 2, 3).

Crtež 3. Faze razvoja pšenice



SKALE:

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10,1	10,5	11
B	10-13	21	25	29	30	31	32	37	39	49	51-55	59-69
C	A-D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O-P
												R-W

A = FEEKES - LARGE, B = ZADOKS ET ALL., C = KELLER - BAGGIOLINI

ZAKLJUČAK

1. Pojava bolesti Fusarium je ranijeg datuma i nije »nova bolest«, već predstavlja »staru bolest«, koja u današnjem vrlo intenzivnom uzgoju pšenice (povećani broj klasova po m² — gušći skop i povećana gnojidba mineralnim gnojivima s naglaskom na dušičnu komponentu — preko 200 kg čistog N/ha) gotovo svake godine znatno snižuje urod pšenice.
- 2) Sniženje uroda je to jače, ako uz naprijed navedene razloge, u vrijeme klanja, a napose u vrijeme cvatnje, vladaju visoke temperature (26°C i više), uz visoku relativnu vlažnost zraka (više od 85% relativne vlage zraka).
- 3) Fuzarijska palež klasa je oboljenje visoko produktivnih genotipova pšenice, uz promjenu vrlo intenzivne agrotehnike.
- 4) Palež klasova pšenice mogu uzrokovati nekoliko vrsta Fusarium. *Gibberella zeae* (Schw.) Petch. (*Fusarium graminearum* Schw. — u konidijskoj generaciji) najrašireniji je uzročnik bolesti kukuruza u proizvodnji. Zbog uskog plodoreda moglo se je pretpostaviti da je ista vrsta Fusarium-a i najrašireniji uzročnik paleži klasova pšenice.
- 5) Jači napad bolesti povezan je i širenjem novih sorata pšenice, koje uglavnom ne posjeduju otpornost prema ovoj bolesti, pošto i selekcija nije bila usmjerena u tom pravcu.
- 6) Danas poznatim oplemenjivačkim metodama gotovo je nemoguće stvoriti potpuno otporan genotip na nekoliko patogenih vrsta iz raznih rodova, pa i na Fusarium. Stoga je rad usmjeren na postizanje otpornosti pšenice na najvažnije gljivične bolesti, među njima i na fuzarijsku palež klasa.
- 7) U tom smislu je sačinjen program oplemenjivanja pšenice na otpornost prema fuzarijskoj paleži klasa u Institutu za oplemenjivanje i proizvodnju bilja u Zagrebu (ZG-pšenice — Botinec). Naime, sorte primaoci (recurrent-sort) su sorte i linije visokorodne, ranozrele, polupatuljaste, otporne na rđe, pepelnicu i Septoria spp., te zadovoljavajuće kvalitete zrna i brašna kreirane u ranijim fazama oplemenjivačkog rada.
8. Za unášanje otpornosti pšenice prema spomenutom patogenu, potrebno je inkorporirati gene otpornosti u postojeće visoko produktivne genotipove pšenice u vidu poljske otpornosti (horizontalno) bazirane na većem broju gena manjeg učinka (minor geni).
- 9) U stvaranju novih linija, odnosno sorti pšenice otpornih na fuzarioze klasa od neobičnog su značaja izvori otpornosti, koje sakupljamo diljem svijeta na bazi razmjene selekcijskog materijala među selekcionerima u svijetu.
- 10) Međusobnim križanjem izvora otpornosti dobivamo nove oplemenjene izvore, koji predstavljaju doprinos u oplemenjivanju pšenice na fuzarijsku palež klasa. Kako su izvori otpornosti većinom ekstenzivne sorte i sa niz nepoželjnih gospodarskih svojstava, prethodno ih je potrebno oplemeniti putem »predselekcije«, u stvaranju sorti otpornih prema Fusarium.
- 11) U procesu križanja većinom koristimo dialelna križanja (najčešće polovični dialel), te povratna križanja (back-cross) (sa 1—2 restitucije roditelja). Od metoda selekcije najviše je efektivna metoda rekurentne selekcije, u postizanju što veće kumulacije gena otpornosti i sa što više poželjnih gospodarsko-bioloških svojstava (povećana frekvencija poželjnih gena). Može biti od koristi i bulk-metoda kod zasnivanja početnih (bazičnih) populacija, te proširenjem izvorne populacije.
- 12) U valorizaciji otpornih materijala, poseban značaj ima testiranje materija-

la u uvjetima umjetne infekcije, kod čega je potrebno proizvesti inokulum (populaciju suspenzije spora) načinjen od najvirulentnijih izolata iz šireg uzgojnog područja pšenice.

- 13) Od metoda inokulacije najčešće koristimo »spray-metodu« tretiranja klasova pšenice koristeći je u cvatnji pšenice u više navrata, ovisno o dužini vegetacije testiranog materijala.
- 14) Pri ocjenjivanju napada fuzarijske paleži klasa koristimo internacionalnu skalu od 0—5 u fazi mlječne, odnosno mlječno-voštane zrelosti pšenice.

LITERATURA — REFERENCE

1. Cassini, R. and Messiaen, C. M. (1976): Problems associated with *Fusarium roseum* on wheat in relation to the intensive cultivation of maize. In Cereal Section Conference on Disease Resistance, EUCARPIA, Munkebjerg/Vejle, Denmark.
2. Čizmić, I. (1986): Fuzarioze pšenice i njihovo suzbijanje. Bilten »Poljodobra«, Vol. 34 (3), 7—10, Zagreb.
3. Kišpatić, J. (1980): Bolesti biljaka visokog standarda. Bilten »Poljodobra«, Br. 1, 21—27, Zagreb.
4. Korić, B. (1989): Dostignuća u selekciji pšenice na otpornost prema nekim bolestima. Seminar iz zaštite bilja Opatija.
5. Korić, B., Tomasović, S. (1989): Utjecaj gljive *Fusarium graminearum* Schw. na sniženje uroda pšenice. Agronomski glasnik, Br. 3, 49—53, Zagreb.
6. Large, E. C. (1954): Growth stages in cereals. Illustration of the Feekes scale. Plant Pathology 3:128—129.
7. Marić, A. (1983): Fuzarioze pšenice (*Fusarium* spp.). Iz priručnika izveštajne i prognozne službe zaštite poljoprivrednih kultura. Savez društava za zaštitu bilja Jugoslavije, Beograd.
8. Mc Knight, T. and Hart, J. (1966): Some field observations on crown rot disease of wheat caused by *Fusarium graminearum*. Queensland Agric. and Animal Sci. 23:373—378.
9. Milatović, I. (1980): Pregled najraširenijih bolesti pšenice na području Slavonije i Podravine. Agronomski glasnik, br. 11/12:600—607, Zagreb.
10. Milatović, I., Vlahović, V., Tomasović, S. (1982): Otpornost klasova pšenice prema *Fusarium graminearum* Schw. Zaštita bilja, Vol. 33 (4), 389—396, Beograd.
11. Perišić, M. (1963): *Fusarium graminearum* Schwabe — parazit pšenice u Slavoniji. Zaštita bilja, 14 (75):527—532, Beograd.
12. 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.
13. Purss, G. S. (1966): Studies of varietal resistance to crown rot of wheat caused by *Fusarium graminearum* Schw. Queensland J. of Agr. and Animal Sci. 23:4475—498.
14. Purss, G. S. (1969): The relationship between strains of *Fusarium Schwabe* causing crown rot of various graminearum hosts and stalk rot of maize in Queensland. Aust. J. Agr. Res. 20:251—264.
15. Tomasović, S. (1981): Breeding of wheat for resistance to *Fusarium* diseases, especially to *Fusarium graminearum* and creating a model of inheritance of resistance in new wheat cultivars. Genetika, Vol. 13, No. 2, 177—187, Beograd.
16. Tomasović, S. (1983): Poboljšanje otpornosti pšenice (*Triticum aestivum* spp. *vulgare*) prema *Fusarium* spp. primjenom rekurentne selekcije. Glasnik zaštite bilja, br. 5, 165—168, Zagreb.
17. Tomasović, S. (1983): Problem fuzarijske paleži klasa (*Fusarium graminearum* Schw.) kod pšenice. Glasnik zaštite bilja, Br. 9, 354—357, Zagreb.
18. Tomasović, S. (1987): Fuzarioze pšenice s posebnim osvrtom na fuzarioze klasa (*Fusarium graminearum* Schw.). Agronomski glasnik, Br. 4, 47—55, Zagreb.
19. Tomasović, S. (1987): Skala za ocjenjivanje napada fuzarijske paleži klasa pšenice (*Fusarium graminearum* Schw.). Glasnik zaštite bilja, Vol. 10 (6): 228—230.
20. Wildermuth, G. B. and Purss, G. S. (1971): Further sources of field resistance to crown rot (*Gibberella zeae*) of cereals in Queensland. Aust. J. Exp. Agr. and Animal Husb. 11:455—459.
21. Zadoks, J. C., Chang, T. T., Konzak, C. F. (1974): A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Res. 14:415—421.