

DOSTIGNUĆA U OPLEMENJIVANJU PŠENICE NA OTPORNOST PREMA FUSARIUM SPP. NA KLASU U SVIJETU I U HRVATSKOJ

S. TOMASOVIĆ¹⁾

Pregledni znanstveni rad

Priljeno: 17.3.1994.

SAŽETAK

Fuzarioze klasa pšenice početkom 1970-tih godina postale su značajna bolest u našim uvjetima proizvodnje. Zato je 1978. godine i započet sustavni rad u Institutu za oplemenjivanje i proizvodnju bilja u Zagrebu na programu oplemenjivanja na otpornost protiv fuzarioza klasa. Uporedo pogodnim metodama križanja (polovični dialel) akumulirani su geni otpornosti iz raznih izvora do kojih smo došli razmjenom i time su dobivene nove ZG-linije otporne na fuzarioze klasa. Korišteni izvori gena otpornosti potiču najviše iz Kine, Japana, Brazila i Mexica, od kojih su najbolji izvori iz Kine i Mexica.

U toku selekcijskog procesa u uvjetima umjetne zaraze u *Fusarium graminearum* Schw. izdvojene su naotpornije kombinacije križanja unutar kojih su birane najotpornije biljke vrijednih gospodarskih svojstava. Tako iz programa oplemenjivanja pšenice na otpornost prema fuzariozama klasa, dobiven je veći broj superiornih linija poboljšane razine otpornosti u odnosu na početne izvore. kao osnova u oplemenjivanju pšenice na fuzarioze klasa služile su vlastite visokorodne sorte dobre kakvoće, s ugrađenom otpornošću na glavne bolesti (pepelnica, hrđe, *Septoria* spp.) i spomenute visokorodne linije sa poboljšanom otpornošću na *Fusarium*. Rezultat tog rada su 3 priznate sorte pšenice u 1993. godini: OLGA (ZG 3156/86), SANDRA (ZG 2994/87) i TINA (ZG 123/88). One se odlikuju visokom rodnošću, zadovoljavajućom kakvoćom i relativno visokom otpornosti protiv fuzarioza klasa.

ACHIEVEMENTS IN BREEDING WHEAT FOR RESISTANCE TO FUSARIUM HEAD BLIGHT BOTH IN THE WORLD AND IN CROATIA

S. TOMASOVIĆ

Scientific review

Received: 17.3.1994.

SUMMARY

In early 70-s, *Fusarium* on wheat spikes became a very serious disease in our conditions of growing. Therefore in 1978. a systematic work was initiated in the

¹⁾ dr. agr. znanosti, Doc. agr. sci.

41 000 ZAGREB Institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja- Zagreb
Zavod za srne žitarice-Botinec Institute for Breeding and Production of Field Crops Zagreb
Department of Small Grain Cereal Crops - Botinec

S. Tomasović: Dostignuća u oplemenjivanju pšenice na otpornost prema fusarium spp. na klasu u svijetu i u Hrvatskoj Sjemenarstvo 11(94)5, str. 349-364

Zagreb Institute for Breeding and Production of Field Crops on a breeding program for resistance to Fusarium on spikes. By using suitable methods of crossing (partial resistance to Fusarium on spikes. By using suitable methods of crossing (partial diallel) resistance genes were accumulated from various sources of resistance, obtained through exchange. New ZG-lines, resistant to Fusarium on spikes were thus developed. The used sources of resistance originate mostly from China, Japan, Brazil and Mexico, of which the best are from China and Mexico.

During the breeding process under conditions of artificial infection with Fusarium graminearum Schw., the most resistance combination of crossing were chosen. In this way, a large number of superior lines were developed with improved level of resistance in comparison to the initial sources. The basic in wheat breeding to Fusarium on spikes were our own high-yielding, good quality varieties, with the incorporated resistance to major disease (Powdery mildew, rusts, Septoria spp.), as well as the above high-yielding lines resistance to Fusarium. The result of this work are three registered wheat varieties in 1993: OLGA (ZG 3156/86), SANDRA (ZG 2994/87), and TINA (ZG 123/88). They possess high yielding ability, satisfactory quality and relatively high resistance to Fusarium on spikes.

UVOD I CILJ ISTRAŽIVANJA

Fuzarioze klasa pšenice do sredine 60-tih godina ovog stoljeća uglavnom se u literaturi spominju kao bolesti od manjeg značaja (Peterson, 1965, Lelley, 1976, Korić 1989). Uvođenje vrlo intenzivne agrotehnike i odgovarajućeg sortimenta (polupatuljasti i srednje visoki genotipovi) u proizvodnji pšenice u svijetu i kod nas, postaju vrlo značajnom bolešću. (Tomasović, 1983, 1984, 1986, 1987. Korić Tomasović, 1989, Tomasović, Vlahović, 1986).

Zemlje kao Kina, Japan, Brazil i mnoge druge u kojima fuzarioze klasa pšenice čine veliki problem u proizvodnji ove kulture od davnine, pokušavaju pronaći izvore otpornosti kako bi njihovim ugrađivanjem u sorte dobrih ostalih gospodarskih svojstava smanjili negativni utjecaj te bolesti na urod i kakvoću zrna pšenice. Tako su već 1950. godine u Kini pronađene linije sa visokom otpornošću. Kasnije 1974. godine križanjem je dobivena prva sorta Sumai 3 otporna na fuzarioze klasa. Ta se sorta kao izvor otpornosti mnogo koristi u svijetu (Liu, 1984. Chaofei i dr., 1986. Wu, 1986), a i kod nas-Institut-Zagreb) (Tomasović, 1993. Tomasović i dr., 1993).

Osim u rodu Triticum izvori otpornosti nađeni su i u rodu Secale. Prva linija izvor otpornosti izvedena iz intergenus križanja je Jingz-hou 1 (križanac pšenice i raži), jedan je od roditelja u selekciji na otpornost prema fuzariozama klasa u južnoj Kini (Liu, 1984).

U zadnjem desetljeću intenzitet napada na pšenici su fuzariozama klasa je postao sve učestaliji. Radi toga u svijetu i u Hrvatskoj se krenulo, da se putem oplemenjivanja na otpornost riješi ovaj veliki problem, tim prije jer kemijska zaštita gotovo da i nije djelotvorna. Kako bolest nije mimoišla ni našu zemlju, to smo već 1978. godine u oplemenjivačkim radom na toj problematici nakon

S. Tomasović: Dostignuća u oplemenjivanju pšenice na otpornost prema *Fusarium* spp. na klasu u svijetu i u Hrvatskoj Sjemenarstvo 11(94)5, str. 349-364

uspješnog sakupljanja izvora otpornosti širom svijeta (Tomasović, 1983, 1984, 1990, 1991, 1993, Korić i dr., 1989, Tomasović i dr., 1991, 1993).

Cilj ovoga rada je bio, da se putem ugrađivanja izvora otpornosti pšenice na fuzarioze klasa u oplemenjivačke programe pšenice u svijetu i u Hrvatskoj, prikažu dostignuća u oplemenjivanju pšenice na otpornost na fuzarijsku palež klasa, čemu je krajnji cilj dobivanje novih sorata pšenice sa visokom razinom otpornosti - poboljšane sorte, naravno uz visoki urod i kakvoću zrna i pogodna ostala važnija gospodarska svojstva.

MATERIJAL I NAČIN ISTRAŽIVANJA

Fuzarioze klasa pšenice su vrlo značajna bolest u našim uvjetima proizvodnje. u vremenu 1976 i 1977. godine započet je sustavni rad na pronalaženju izvora otpornosti u svijetu, a osobito u područjima u kojima su fuzarioze klasa redovna bolest pšenice. Obzirom na veliki značenje izvora otpornosti pšenice na gljivice iz roda *Fusarium* uspostavljeni su brojni kontakti sa centrima u svijetu, koji se bave oplemenjivanjem pšenice na otpornost prema *Fusarium* spp. (Nizozemska, Brazil, Kina, Japan, Austrija, SAD). Nakon 1980. godine suradnja sa centrima, koji se bave fuzariozama pšenice je proširena, tako da su kontakti uspostavljeni sa Mađarskom, Francuskom, Njemačkom, Bugarskom, Rumunjskom, Meksicom (CIMMYT), Čileom, Argentinom, Kanadom, Južnom Korejom i mnogim drugim.

Dobiveni izvori otpornosti testiraju se na pokusnom polju Instituta u Botincu u uvjetima umjetne i prirodne zaraze (Vlahović, Tomasović, Tomasović, Vlahović), te na neke druge bolesti i ostala važna gospodarska svojstva. U procesu oplemenjivanja kod stvaranja visokorodnih sorata otpornih prema nekoj bolesti, u ovom slučaju prema fuzariozama klasa, jedan od važnih čimbenika za uspješan rad je mogućnost umjetne zaraze. Naime, za ovo su potrebna određena laboratorijska ispitivanja, koja obavlja fitopatolog (sakupljanje uzoraka sa simptomima fuzarioza klasa, determinacija gljive, uzgoj patogena u čistoj kulturi, izbor najboljih izolata, te proizvodnja inokuluma). Za dobivanje dovoljnih količina inokuluma za umjetnu zarazu u toku vegetacije pšenice sakupljeni su uzorci zaraženih klasova u prirodnim uvjetima zaraze koji služe za istraživanje (Bockmann, 1962, Milatović, Vlahović, Tomasović, 1982, Korić, 1987).

Umjetna zaraza s odabranim izolatima *Fusarium graminearum* Schw, najčešće, te u novije vrijeme *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*, u odraslom stadiju na polju, glavni je test pomoću kojeg se ispituje uspješnost unošenja svojstva otpornosti jednostrukim i višestrukim križanjima u pojedine genotipove pšenice. Otpornost se iskazuje na osnovu ocjene po internacionalnoj skali od 0-5 (Luzzardi i dr., 1974, Bekele, 1984, Liu, 1984). Intenzitet napada se čini na temelju dvije ocjene, pri čemu se uzimaju veće vrijednosti napada (druga ocjena). (Milatović, Vlahović, Tomasović, 1982, Tomasović, Vlahović, Vlahović, Milatović, 1983).

U oplemenjivanju vršimo križanje odabranih izvora otpornosti u cilju povećanja razine otpornosti. Dobiveni genotipovi služe kao izvor otpornosti prema

S. Tomasović: Dostignuća u oplemenjivanju pšenice na otpornost prema *Fusarium spp.* na klasu u svijetu i u Hrvatskoj *Sjemenarstvo* 11(94)5, str. 349-364

paleži klasa (*Fusarium graminearum* Schw.), u stvaranju sorata pšenice visokog uroda i otpornosti prethodno oplemeniti putm "predselekcije" u cilju povišenja razine otpornosti, uz eliminaciju negativnih čimbenika. Dobivena potomstva testiramo u uvjetima umjetne zaraze U F2, F3 F4 i daljnjim generacijama, kako bi se izdvojila najotpornija potomstva. Ta potomstva najprije uzgajamo na način klas/red, a dalje kao ostali generacijski materijala po pedigree metodi s kontinuiranim i diskontinuiranim individualnim izborima klasova (selekcija).

Oplemenjivanjem pšenice prema *Fusarium graminearum* Schw., a u novije vrijeme prema *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* (Čizmić, osobna komunikacija), a što se dokazalo i našim istraživanjima (Vlahović, Tomasović), unosimo gene otpornosti prema toj gljivici, u one genotipove pšenice, koji posjeduju dobra gospodarska svojstva (recurrent roditelji). Radi unošenja otpornosti pšenice prema spomenutim patogenima potrebno je unijeti gene otpornosti u postojeće visokorodne genotipove pšenice u vidu poljske otpornosti (horizontalno) (trajnije) (durable resistance) osnovane na većem broju gena manjeg učinka (minor geni).

U oplemenjivanju pšenice u akumuliranju otpornosti prema *Fusarium spp.* može biti uspješno povratno križanje (back-cross), ali je upotreba dialelnog križanja (polovični) i primjena rekurentne selekcije, uz strogi test u uvjetima umjetne zaraze (počev od F2 generacije na dalje) najdjelotvornija metoda za povećanje frekvencije gena na otpornost prema spomenutom patogenu (Tomasović, 1981, 1983, 1990, 1991).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

Dostignuća u oplemenjivanju pšenice na otpornost prema *Fusarium spp.* na klasu u svijetu

U ovom stoljeću postojala je ogromna težnja u cijelom svijetu za stvaranjem otpornih sorata pšenice na fuzarioze klasa. Tako je u posljednja dva desetljeća zapažen značajan razvoj više istraživačkih programa posebice u područjima, gdje se uzgajaju proljetne sorte pšenice (Kina, Japan, Brazil, Meksiko (CIMMYT)).

Treba istaknuti da su pronađeni brojni izvori otpornosti, no potpuno otpornih genotipova za sada nema i daleko smo od toga da možemo osigurati visoku razinu poljske otpornosti, koja bi osigurala zaštitu usjeva od jake zaraze (epofitocije). Međutim, možemo stvoriti sorte pšenice sa poboljšanom otpornošću, a za što se mogu koristiti razni načini. Tako kod stvaranja sorata ozime pšenice mogu se koristiti izvori otpornosti iz ozimih genotipova, koji su manje otporni od proljetnih, ali zato posjeduju dobra gospodarska svojstva.

U posljednja dva desetljeća, štete od fuzarioza klasa pšenice su postale sve učestalije u svijetu. Tome je u najvećoj mjeri doprinjelo podizanje razine proizvodnje ove uzgajane biljke, kao i povoljni klimatski uvjeti za razvoj ove bolesti (Mesterhazy, 1990; Balaž, 1990; Tomasović, 1991, 1993).

Kroz zadnjih 25 godina značajan napredak u oplemenjivanju pšenice na otpornost na fuzarijsku zarazu klasa je načinjen u Kini, koji je daleko veći nego u

drugim zemljama. Najraniji pristup u oplemenjivanju na otpornost na *Fusarium* spp. sastojao se u križanju samo s jednom otpornom sortom u procesu križanja. Taj pristup nije proizveo značajnije rezultate. Međutim, pristup u razvoju banke gena izgleda da je najdjelotvorniji. U najranijim ispitivanjima, srednje otporne sorte stvorene su od prirodno osjetljivih sorata selekcijom jedne biljke kao: Wann-ian 2 i Wang-mai 15 od Nanda 2419 (Mentana) i Wumai 1 od Funo. Srednje otporne sorte stvorene su i induciranim mutacijama također od osjetljivih sorata kao što su Emai 6. Prva otporna sorta na fuzarijsku palež klasa stvorena križanjem je sorta Sumai 3.

Bio je to rezultat transgresivnog cjepanja u križanjima između dvije osjetljive sorte: Funo i Taiwan-Xiou-mai. Stvorena je 1974. godine u Suzhou Institutu poljoprivrednih znanosti. od 1974. do 1982. godine više od 30.000 linija pšenice je ispitano na Šangaju i drugim provincijama unutar Kine. Od toga 1.000 linija su bile otporne odnosno srednje otporne, između kojih su većina bili odlični izvori na fuzarijsku palež klasa (Liu i dr., 1985). Križanja između srednje otpornih i osjetljivih sorata, mogu dati križance sa poboljšanom otpornošću u odnosu na njihove roditelje. Tako prethodno spomenuta sorta Sumai 3 stvorena je križanjem od srednje osjetljivih sorata. Križanjem srednje otpornih sorata Jing-zhou 1 i Sumai 2, stvorena su potomstva s visoko stabilnom otpornošću (Zhou i dr., 1984).

Srednje otporne sorte Huaz-hong 2133 i Zhen-mai 7495 su također rezultat križanja između dvije osjetljive sorte. Nekoliko srednje otpornih sorata kao: Jingzhou 1, Jingzhou 47 i Jingzhou 66 su stvorene križanjem uključujući i raž kao roditelje (Chaofei i dr., 1986; Wu, 1986).

Daljnji napredak načinjen je na osnovi poboljšane otpornosti sorata. Koristeći u križanju kao roditelje više otpornih sorata, dobivene su nove poboljšane sorte: Xiangmai 1 i Gan-mai 359, u kojima je Wann-ian 2 bio jedan od otpornih roditelja. Te su sorte imale viši urod zrna nego Wann-ian 2. Srednje otporna sorta Wann-ian 2 izvedena je iz sorte Nanda 2419. Kao otac korištena je u križanju sa F2 križancem dviju otpornosti na fuzarijsku palež klasa.

Jiangsu akademija poljoprivrednih znanosti koristila je Sumai 3 kao otpornog roditelja u multiplim križanjima, te su stvorene nove srednje otporne sorte: Nan-jing 7840, Nan-jing 8017, Nan-jing 8026 i druge, koje su ujedno imale otpornost prema hrđama i pepelnici (Wu, 1986).

Chaofei i dr. (1986) u programu oplemenjivanja pšenice u periodu od 1975. do 1985. godine koristili su 53 otporna roditelja na fuzarijsku palež klasa i 20 otpornih roditelja na crnu žitnu hrđu i pepelnicu. Od ukupnog broja križanja njih 80% su bila kompleksna križanja. Dugogodišnjom selekcijom odabrano je nekoliko kombinacija, koje su imale otpornost prema fuzarijskoj paleži klasa i drugim bolestima.

Od 1974. godine glavni izvori otpornosti na fuzarioze klasa u poboljšanoj germplazmi kineskih sorata pšenica bile su poboljšane sorte na tu otpornost, koje su nastale križanjem između Funo i Mentana iz Italije i Taiwan-Xiou-mai iz Kine.

Od 1984. godine Wu i njegovi suradnici razvili su banku gena sa poboljšanom

otpornošću na fuzarioze klasa koristeći dominantni muški sterilni gen Ta 1. Oni su nastojali tu otpornost unijeti u visokorodne sorte koristeći se multiplim križanjima i rekurentnom selekcijom (Wu i dr., 1984; Huang i dr., 1989).

Intergenus križanjem *Triticum aestivum* i *Secale cereale* (Nanda 2419/Jinzhou raž), stvorena je serija sorata sa različitom otpornošću na *Fusarium* spp. kao: Jinzhou 1, Jinzhou 4, Jinzhou 10 i Jinzhou 47. te su sorte mnogo korištene u programima oplemenjivanja. Ovo je upravo primjer u oplemenjivanju na otpornost prema *Fusarium* spp., gdje se koristilo intergenus križanje.

Jako otporni ili umjereno otporni genotipovi nisu nađeni među rijetkim vrstama nekih rodova. neki su specijesi roda *Secale* ipak pokazali određenu otpornost prema paleži klasa. tako je sorta raži Jingzhou 1 usvojena kao zajednički roditelj za raž i pšenicu u oplemenjivačkim programima na otpornost prema fuzarijskoj paleži klasa u južnoj Kini (Liu, 1984).

Fuji-ong Agricultural College - stvorio je 6 linija sličnih sorti Sumai 3, a otpornost je dobivena križanjem 2 srednje otporna roditelja (Jinzhou 1 i Sumai 2). Ovo je bilo prvi puta da je potomstvo sa visokom razinom otpornosti prema *Fusarium* spp. proizvedeno od 2 srednje otporna roditelja u potomstvu transgresivnog cijepanja. Nažalost, te linije imaju nepovoljna gospodarska svojstva i koriste se uglavnom kao odlični izvori. Mnoge poboljšane kineske sorte na otpornost prema *Fusarium* spp. nastale su križanjem talijanskih pšenica i lokalnih kineskih sorata. Tako 43,6% kineskih sorata sa visokom otpornošću prema *Fusarium* spp. ima porijeklo u talijanskim sortama. Izgleda da su srednje osjetljive talijanske sorte bile glavni izvori na otpornost prema fuzarijskoj paleži klasa (Liu i Wang, 1990).

Mnoge otporne i srednje otporne linije kao što su: Ning 8331, Ning 8343, Fumai 5150, Fumai 6101, izvedene su iz Ning 7840 i imaju visoki genetski potencijal za rodnost. Srednje otporne sorte kao što su: Yang-mai 1,2,3,4,5, Zhen-mai 1 i 2, te Emai 6 mnogo su korištene u oplemenjivačkim programima na fuzarijsku palež klasa. Kao izvori otpornosti pšenice na fuzarijsku palež klasa, korištene su osim talijanskih i sorte iz drugih zemalja: Rulofen iz Chilea, Frontana iz Brazila, Early Premium iz USA, Yamatogomughi iz Japana (Liu i Wang, 1990).

U 1982. godini u Mexicu (CIMMYT) je započela nova aktivnost u stvaranju i razvoju banke gena sa izvorima na otpornost prema fuzariozama klasa. S tim u vezi CIMMYT je razvio i unapredio posebnu tehniku za testiranje pšenice na otpornost prema *Fusarium graminearum* SCHw. (Curtis, 1982; Bekele 1984; Wu 1986).

Najnoviji izvori otpornosti iz Kine i Mexica (CIMMYT), kao i materijali iz njihovog zajedničkog programa su najbolja dostignuća u oplemenjivanju pšenice na otpornost na fuzarijsku palež klasa (*Fusarium graminearum* Schw.). U početku ti su izvori bili više ekstenzivnog tipa, višeg rasta i imali su slabiju moć busanja. materijali iz njihovih najnovijih programa (Nan-jing 8017, Nan-jing 8026), te novi materijali nastali kinesko-meksičkom suradnjom posjeduju dobra gospodarska svojstva (jako su rani, niži su po visini). Neki od njih imaju kraće i zbijenije

S. Tomasović: Dostignuća u oplemenjivanju pšenice na otpornost prema *Fusarium spp.* na klasu u svijetu i u Hrvatskoj Sjemenarstvo 11(94)5, str. 349-364

klasove s dosta sitnog zrna (Kina), dok su drugi jako niski, otporni na polijeganje i dužeg su klasa (Mexico). Dok ti materijali u Kini i Mexico ostvaruju visoke urode zrna, dotle u našim uvjetima proizvodnje to ne ostvaruju i ne mogu biti konkurentni sa našim polupatuljastim genotipovima, koji postižu visoke urode zrna. Polupatuljasti genotipovi visokog genetskog potencijala rodnosti su slabije otpornosti na fuzarioze klasa u odnosu na genotipove višeg habitusa rasta (Chaofei i dr., 1986; Wu, 1986; Milatović, Vlahović, Tomasović, 1982; Tomasović, Vlahović, Milatović, 1983).

U Mexico (CIMMYT) u vremenu od 1980-1982. godine na lokacijama: Toluca i El-Batan izabrano je 220 linija pšenice sa visokom razinom otpornosti prema fuzariozama klasa.

Na dvije lokacije: Toluca i Patzcuaro i Meksicu u 1983. godini od 962 krušne pšenice odabrano je 198 otpornih materijala. Među njima pojavile su se izvjesne sestrinske linije više puta u pedigree-u kao: Veery (Vee "S"), Bobwhite (Bow "S"), Alondra (Ald "S"), Dove, Kavkaz (Kvz) i Passo Fundo (PF linije) (Bekele, 1984).

U razdoblju od 1974 do 1979. godine istraživački tim Šangajske akademije poljoprivrednih nauka preko 30.000 genotipova pšenice je testirao u poljskim uvjetima na otornost prema fuzariozama klasa. Od tog broja su najviše ispitani genotipovi vulgare pšenice (32.618), 1517 materijala rijetkih speciesa i 26 specesa od 3 srodna roda. Većina testiranog materijala bila je više ili manje osjetljiva. navedena ispitivanja su ukazala, da izvori otpornosti prema fuzariozama klasa uglavnom potječu iz vulgare (obične) pšenice. Unutar pšenice vulgare tipa bila je grupa genotipova sa visokom i stabilnom otpornošću što je ukazivalo na trajniju otpornost (durable resistance). To se manifestiralo u niskom postotku zaraženih klasova i klasića, te sporom napredovanju bolesti duž osovine klasa. Vrlo je važno, da se ova otpornost očitovala kod istih genotipova u različitim godinama i lokacijama i pod različitim godinama i lokacijama i pod različitim uvjetima zaraze.

Sorte Sumai 3, Wang-shui=bai i Nan-jing 7840 pripadale su ovoj grupi otpornih sorata (linija). Navedene sorte (linije) su najbolji raspoloživi izvori otpornosti među svjetskom kolekcijom (Liu, 1984).

Glavni izvori otpornosti pšenice na *Fusarium graminearum* Schw. korišteni u brazilskim oplemenjivačkim programima su potomstva od azijskih genotipova (najčešće japanskih: Nobeoka Bozu, Pekin 8, Nyu Bay, Minami Kyuchu 69, Abura, Inayama, Tokai 66 i drugi), a što je dokazano od niza istraživača (Luzzardi i dr., 1975). Toropi (S1) i Encruzihada su porijeklom iz Brazila, gdje se mnogo koriste u programima oplemenjivanja. To su proljetni genotipovi, koji imaju fertile i dugačke klasove, što se posebno odnosi na Toropi (S1). Premda su srednje osjetljivi (Toropi) u ispitivanjima u stakleniku, pokazuju vrlo dobru poljsku otpornost (Luzzardi i dr., 1975). EMBRAPA- Nacionalni pšenični istraživački centar u Passo Fundo ima specijalni program za unašanje otpornosti na fuzarijsku palež klasa putem povratnih križanja, kod čega se otpornost unosi u lokalne i druge genotipove pšenice, dobrih gospodarskih svojstava (Luzzardi, 1984).

Mc Knight i Haart (1966) u Australiji su ispitivali otpornost mladih biljčica

prema *Fusarium graminearum* Schw. kod 18 sorata pšenice u poljskim uvjetima šest tjedana iza nicanja. Otpornost je kasnije ispitana i u odraslom stadiju u zriobi pšenice na postotak fuzarioznih klasova. Nije potvrđena povezanost između ispitivanih stadija. Unutar testiranih sorata Gala, Lawrence, Coilloux i Pugh su pokazali najniži postotak fuzarioznih klasova. Wildermuth i Purs (1971) ispitali su preko 400 genotipova pšenice na otpornost prema *Fusarium* spp. uključujući linije *Triticum aestivum*, *Triticum durum* i *Triticum monococcum*. Od ispitivanih genotipova najotpornija je bila sorta Gala.

U Europi fuzarioze klasa su veliki problem u proizvodnji pšenice. Stoga se u mnogim zemljama ulažu ogromna sredstva u oplemenjivačke programe na ovu vrlo opasnu bolest (Nizozemska, Ukrajina, Rusija, Francuska, Njemačka, Austrija, Engleska, Rumunjska, Mađarska i druge).

Dostignuća u oplemenjivanju pšenice na otpornost prema fusarium spp. na klasu u Hrvatskoj

Nove ZG-linije pšenice sa poboljšanom otpornošću na fuzarijsku palež klasa Uvidjevši koliki je mogući utjecaj bolesti na smanjenje uroda zrna pšenice, Institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja u Zagrebu je pojedine svoje programe usmjerio na stvaranje sorata visokog uroda, poboljšane kakvoće zrna i brašna s genetskom otpornošću na najvažnije bolesti: crnu žitnu hrđu, pepelnicu i u novije vrijeme septorioze, a posebice fuzarioze klasa, u svrhu očuvanja stabilneta visokog uroda.

Prema našim istraživanjima (Tomasović, 1981; Milatović, Vlahović, Tomasović, 1982; Tomasović, Vlahović, Milatović, 1983; Tomasović, Vlahović, 1986; Korić, Tomasović, 1989; Tomasović, 1991, Tomasović i dr., 1993), dobiveni su rezultati, koji su nas upućivali na zaključak da kod ispitivanog materijala pšenice na otpornost na fuzarioze klasa postoji različitost reagiranja pojedinih materijala u intenzitetu zaraza klasova.

U početnim istraživanjima otpornosti pšenice na fuzarioze klasa (*Fusarium graminearum* Schw.), iako se cjelokupni ispitivani materijal karakterizirao vrlo niskom razinom otpornosti, ipak je kod pojedinih genotipova (sorata-linija) uočena veća otpornost u odnosu na druge materije. Kasnije, kada se program oplemenjivanja pšenice na otpornost prema fuzariozama klasa intenzivirao, kada je izvršeno proširenje izvorne populacije i kada je znatno usavršena metodika umjetne zaraze prilagođena našim vlastitim iskustvima i uvjetima proizvodnje u glavnom uzgojnom području pšenice, iz početnih križanja izvora otpornosti od 1981. godine na dalje, izvršena je potpuna diferencijacija genotipova, odnosno izdvojena su najotpornija potomstva, odabrane biljke i odabrani klasovi (OB, OK) iz odabranih kombinacija križanja. Izabrane su najotpornije biljke (OB) na *Fusarium graminearum* Schw., dobrih gospodarskih svojstava (niži tip rasta, biljke dobrog busanja i dobro fertilnih klasova: veliki broj zrna po klasu (biljci) i naravno biljke najvećeg uroda zrna). (Tablica 1).

S. Tomasović: Dostignuća u oplemenjivanju pšenice na otpornost prema Fusarium spp. na klasu u svijetu i u Hrvatskoj Sjemenarstvo 11(94)5, str. 349-364

Tablica 1. Odabrane biljke (OB) nekih jednostrukih i dvostrukih križanaca F1 i F1 x F1 generacije izvora otpornosti pšenice prema Fusarium graminearum Schw. nakon testiranja u uvjetima umjetne infekcije u 1983. godini. Odabrano je 36 biljaka iz 14 kombinacija križanja sa urodom zrna po biljci od 10-50 g, brojem zrna po biljci od 80- 911, visinom od 67-92 cm, te intenzitetom napada (0-5*) od 0,50- 3,00. unutar odabranih biljki posebno se isticalo 5 biljaka iz 2 kombinacije križanja, a što je predočeno u tablici:

Red. br.	Kombinacija križanja	Index biljke	Urod zrna po biljci (g)	Broj zrna po biljci	Visina biljke (cm)	Intenz. napada (0-5*)
1.	(Roazon x Balaya-Cerkov)	1	40	776	88	1,70
		2	30	549	85	1,70
		3	20	249	75	1,35
						dobro busa
2.	/(Roazon x Poncheau) x (Toropi x Encruzilhada)/	1	15	268	80	0,50
		2	35	700	90	0,50
						dobro busa (17)

* skala: 0-5

0-2 = R MR 0 = nema zaraze

3-5 = MS S VS (AS) 5 = preko 75% napadnutih klasova

U selekcijskom procesu izdvojeni su genotipovi polupatuljastog rasta otpornih na polijeganje kako u gustoj sjetvi, tako i kod povećanih količina mineralnih gnojiva (dušik). Gusti sklop pogoduje intenzivnijem napadu mnogih gljivičnih bolesti, među kojima su i fuzarioze klasa. Niski genotipovi su ekonomični u izgradnji zrna (biljke), ali i više su pod utjecajem jačeg napada fuzarijske zaraze klasa.

U slijedu selekcijskog procesa i u uvjetima umjetne zaraze izdvojene su najotpornije kombinacije križanja, unutar kojih su birane najotpornije biljke vrijednih gospodarskih svojstava, iz kojih su kroz preliminarnu ("parcelice") i komparativne sorte mikropokuse izdvojene linije sa poboljšanom razinom otpornosti u odnosu na početne izvore i standardne sorte raširene u proizvodnji. Novo priznate ZG-sorte ozime pšenice s ugrađenom otpornošću na fuzarijsku palež klasa

Iz programa oplemenjivanja pšenice na otpornost prema fuzariozama klasa izdvojen je veći broj superiornih linija poželjnih gospodarskih svojstava s razinom otpornosti, koja je znatno povećana u odnosu na početne izvore otpornosti. Te linije, uz visoki urod zrna, poboljšanu kakvoću zrna i brašna, pokazuju zadovoljavajuću otpornost i na ostale važne bolesti pšenice. Od spomenutih linija u 1993. godini od strane Komisije za priznavanje sorata Republike Hrvatske priznate su 3 sorte ozime pšenice. Odlikuju se visokim urodom zrna, dobrom kakvoćom zrna i brašna, dosta visokom razinom otpornosti na fuzarioze klasa, kao i na ostale bolesti pšenice, a što im sve navedeno omogućava visoki stabilitet uroda. Sorte su: OLGA (ZG 3156/86), SANDRA (ZG 2994/87) i TINA (ZG 123/88), čija glavna svojstva iznosimo u tablicama 2 i 3.

Tablica 2 Neka važnija gospodarska svojstva novopriznatih ZG- sorata ozime pšenice u 1993. godini (Zagreb-Bošinec, 1992-1993)

Red. broj	Oznaka sorte	Urod zrna (kg/ha)		Visina biljke (cm)		Poljeganje (%)		Vegetacija dana prema Sana		Kvalitetna svojstva zrna i brašna					Kvalitetni razred		
		1992.	1993.	1992.	1993.	1992.	1993.	1992.	1993.	Masa 1000 zrna (g)	HI masa (kg)	% bjelančevina	sedimentacija (ml)	1992.		1993.	
1.	OLGA (ZG 3156/86)	8900	7100	82	82	0	0	+2	+1	49,5	41,0	76,6	13,6	-	42	45	I
2.	SANDRA (ZG 2994/87)	9032	7216	84	84	0	0	+2	+1	47,0	42,0	78,4	14,5	-	40	45	I
3.	TINA (ZG 123/88)	8484	7980	71	70	0	0	0	0	47,0	40,5	74,4	13,1	-	32	37	I-II
4.	SANA	8068	7132	77	65	0	0	0	0	42,0	37,0	75,0	13,1	-	25	36	II

1992. LSD 5% 614,3 kg LSD 1% 819,4 kg

1993. LSD 5% 209,7 kg LSD 1% 279,3 kg

Tablica 3. Prikaz novopriznatih ZG-sorata ozime pšenice u odnosu na otpornost prema Fusarium spp. klasa i bolestima

Red. Sorta broj	Napad bolesti																			
	Fusarium spp. prirodna infekcija				Fusarium moniliforme var. subglutinans umjetna infekcija		Erysiphe graminis infekcija		Septoria spp. infekcija				Puccinia recondita infekcija prirodna		Puccinia graminis infekcija prirodna					
	0-5 % 1992.		0-5 % 1993.		0-5 % 1992.		0-5 % 1993.		prirodna		umjetna		prirodna		umjetna		% tip 1992.		% tip 1993.	
	0-5 % 1992.	0-5 % 1993.	0-5 % 1992.	0-5 % 1993.	0-9 1992.	0-9 1993.	0-9 1992.	0-9 1993.	0-9 1992.	0-9 1993.	0-9 1992.	0-9 1993.	0-9 1992.	0-9 1993.	0-9 1992.	0-9 1993.	% tip 1992.	% tip 1993.	% tip 1992.	% tip 1993.
1. OLGA	0 0	1 1	2 5	- TR*	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	3	6	00 R	00 R	-	00 R
2 SANDRA	0 0	1 3	1 5	- TR*	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	6	00 R	- TR	-	00 R
3. TINA	1 3	1 5	1 5	1 1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	6	- TR	00 R	-	00 R
4. SANA	1 5	2 5	2 5	2 5	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	6	00 R	00 R	-	00 R

** TR - tragovi napada ocjenjivanje rda po Cobb-u (% tip)
 Skala : (0-5) 0 = nema napada 5 = preko 75% napadnutih klasaova
 Skala : (0-9) 0 = nema napada 9 = najjači intenzitet napada

ZAKLJUČCI

Na osnovu istraživanja provedenih u vezi izvora otpornosti, te njihovog ugrađivanja u oplemenjivačke programe u cilju dobivanja novih poboljšanih sorata pšenice na fuzarijsku palež klasa u svijetu i u Hrvatskoj, mogu se donijeti slijedeći zaključci:

Fuzarioze klasa pšenice izazvane najčešće *Fusarium graminearum* Schw., i u novije vrijeme *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* čine veliki problem u proizvodnji pšenice u velikom dijelu svijeta, kao i kod nas uzrokujući znatne gubitke uroda i kakvoće zrna.

Problem fuzarioza klasa je postao posebno aktualan početkom 1970-tih godina, iako se na taj problem ukazivalo i znatno ranije. Bio je usko povezan sa podizanjem razine proizvodnje pšenice (intenzifikacija proizvodnje) i povoljnim klimatskim uvjetima za jači razvoj bolesti.

Uspješna zaštita usjeva pšenice jedino je moguća primjenom integralnih mjera zaštite, od čega uzgoj otpornih sorata predstavlja osnovu integralne zaštite, čiji je cilj iznalaženje pouzdanih izvora otpornosti pšenice prema fuzariozama klasa za potrebe selekcije.

U slijedu procesa selekcije, a u uvjetima umjetne zaraze, moguće je izdvojiti najotpornija potomstva vrijednih gospodarskih svojstava, koja se kasnije putem preliminarnih i komparativnih sortnih mikropokusa mogu odabrati kao linije sa poboljšanom razinom otpornosti na fuzarijsku palež klasa.

Danas se smatra, da otpornost na fuzarioze klasa pšenice nije više nedostupna, jer se može odrediti, oplemeniti i objediniti sa drugim važnim gospodarskim svojstvima. Tako stvorena visokorodna sorta sa poboljšanom razinom otpornosti, pruža zaštitu ne samo od gubitaka u urodu, nego i od mogućeg zagađenja mikotoksinima.

Najbolji izvori otpornosti pšenice na fuzarijsku palež klasa potječu iz Kine, Japana, Brazila i Mexica (CIMMYT), kao i iz zajedničkog programa Kine i Mexica.

Nove poboljšane sorte na fuzarioze klasa rezultat su pronađenih dobrih izvora otpornosti ugrađene u oplemenjivačke programe u navedenim zemljama.

Prvi program na oplemenjivanju pšenice na otpornost prema fuzariozama klasa u Hrvatskoj načinjen je 1978. godine u Institutu za oplemenjivanje i proizvodnju bilja u Zagrebu.

Rezultat tog dugogodišnjeg rada su novi oplemenjeni ZG- izvori poboljšane razine otpornosti, koji se mogu usporediti sa najboljim izvorima otpornosti pšenice na fuzarijsku palež klasa u svijetu,

Iz programa oplemenjivanja pšenice na otpornost prema fuzarijskoj paleži klasa u 1993. godini od strane Komisije za priznavanje sorata Republike Hrvatske priznate su 3 sorte ozime pšenice o to: TINA (ZG 123/88), SANDRA (AG 2994/87) i OLGA (ZG 3156/86).

S. Tomasović: Dostignuća u oplemenjivanju pšenice na otpornost prema *Fusarium* spp. na klasu u svijetu i u Hrvatskoj Sjemenarstvo 11(94)5, str. 349-364

Sorte TINA, SANDRA i OLGA odlikuju se visokom rodnošću, zadovoljavajućom kakvoćom zrna i brašna i relativno visokom otpornosti na fuzarioze klasa, kao i na ostale važne bolesti pšenice, a što omogućava da imaju visoki i stabilan urod u raznim agroekološkim uvjetima proizvodnje, a što je pretpostavka za njihovo širenje u praksi.

LITERATURA - REFERENCES

1. Balaž, F. (1990): Osjetljivost različitih genotipova pšenice fuzarioznim oboljenjima. Savremena poljoprivreda, Vol. 38, br. 5-6, 63/636., Novi Sad. VII Yu-simpozij o naučno-istraživačkom radu na pšenici, Novi Sad, 12-16. VI 1989.
2. Bekele, G. T. (1984): Head scab screening methods used at CIMMYT. Wheat for more tropical environments. A Proceedings of the International Symposium. September 24-28, Mexico, D.F. The United Nations Development Programme and CIMMYT, 169-173.
3. Bockmann, H. (1962): Investigations on artificial infection with *Septoria* and *Fusarium* in Several winter wheat varieties in the North East Polder, Summer 1961, Nederlands Graan-Centrum Technisch bericht, Nr. 8.
4. Chaofei, Z., Suisheng, X., Cunning, Q., and Guihua, B. (1986): Contribution to breeding wheat for scab resistance in China. 4 th International Wheat Conference, 2-5 May, Rabat, Morocco.
5. Curtis, B.C. (1982): Wheat improvement. in CIMMYT Review 1981. El Batan, Mexico.
6. Huang, D.C., Wang, Z.Y., Zhao, W.J., Liu, Z.Z., and Huang, X.M. (1989). Study on the breeding for resistance to scab in wheat by using gene pool breeding. *Acta Agriculturae Shanghai* 5(2) 89-92.
7. Korić, B. (1987): Laboratorijska ispitivanja gljive *Leptosphaeria nodorum* Muller. *Zaštita bilja*, Vol. 38(3), 293-300, Beograd.
8. Korić, B. (1989): Dostignuća u selekciji pšenice na otpornost prema nekim bolestima. *Agronomski glasnik*, br. 4-5, 47-64, Zagreb.
9. Korić, B., Tomasović, S. (1989): Utjecaj gljive *Fusarium graminearum* Schw. na sniženje uroda pšenice. *Agronomski glasnik*, br. 3, 49-53, Zagreb.
10. Korić, B., Mlinar, R., Tomasović, S., Javor, P., Vlahović, Viktorija (1989): Oplemenjivanje pšenice na otpornost prema bolestima u Institutu za oplemenjivanje i proizvodnju bilja u Zagrebu. *Glasnik zaštite bilja*, br. 6, 228-233, Zagreb.
11. Lelley, J. (1976): Wheat breeding. Acad. Budapest.
12. Liu, Z.Z. (1984): Recent advances in research on Wheat Scab in China. Wheats for more tropical environments. A Proceedings of the International Symposium, September 24-28, Mexico, D.F. United Nations Development Programme and CIMMYT, 174-181.
13. Liu, Z.Z., Wang, Z.Y., and Zhao W.J. (1985): A study on scab resistance of wheat germplasm resources. *Acta Agriculturae Shanghai* I (2): 75-83.

S. Tomasović: Dostignuća u oplemenjivanju pšenice na otpornost prema *Fusarium* spp. na klasu u svijetu i u Hrvatskoj *Sjemenarstvo* 11(94)5, str. 349-364

14. Liu, Z.Z., and Wang, Z.Y. (1990): Improved scab resistance in China: Sources of Resistance and Problems. Wheat for the Nontraditional Warm Areas. A Proceedings of the International Conference, July 29-August 3, 1990, Foz do Iguacu, Brazil.
15. Luzzardi, G. C., Pierobom, C.R., Osorio, E.A., Moreira, J.C.S., Wetzel, M.M.V.S., Dias, e J.C.D. (1974): Methorrameanto de trigo para Resistenia a Gibberella Anais de T. Reuniao Latinoamericana de trigo. Proto Alegre, E.S. 117, 121.
16. Luzzardi, G.C., Pierobom, C.R., Osorio, E.A., Moreira, J.C.S., Wetzel, M.M.V.S. and Dias, e J.C.A. (1975): Wheat Breeding for Resistance to Gibberella zeae (Schw.) Petch. Annual Wheat Newsletter, Kansas State University, Manhattan, KS, USA, and Canada department of Agriculture, 21 (1): 53.
17. Luzzardi, G.C. (1984): Wheat breeding for scab resistance. Wheats for more tropical environments. A Proceedings of the International Symposium. September 23-28, Mexico, D.F. The United nations Development Programme and CIMMYT, 158-168.
18. Mc Knight, T. and Haart, J. (1966): Some field observation on crown rot disease of wheat caused by *Fusarium graminearum*. Queensland J. Agric. and Animal Sci. 23:373-378.
19. Mesterhazy, A. (1990): Possibilities to breed wheat for resistance to head blight. Savremena poljoprivreda, br. 5-6, 619- 620, Novi Sad. Summary. Proceedings of the seventh Yu Symposium on Research in Wheat. Novi Sad, 12-16.6.1989.
20. Milatović, Ivanka Vlahović, Viktorija Tomasović, S. (1982): Otpornost klasova pšenice prema *Fusarium graminearum* Schw. Zaštita bilja, Vol. 33(4), br. 162, 389-396, Beograd.
21. Peterson, F.R. (1965): Wheat Leonard Hill Books. New York, 422, pp.
22. 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.
23. Tomasović, S., Vlahović, Viktorija, Milatović, Ivanka (1983): Breeding and studying wheat for resistance to *Fusarium* sp., especially to *Fusarium graminearum* Schw. Annu. Wheat Newsletter, Vol. 29,162-164. Colorado State university, Fort Collins, CO, USA, and Canada Dept. of Agriculture.
24. Tomasović, S. (1983): Poboljšanje otpornosti pšenice (*Triticum aestivum* ssp. vulgare) prema *Fusarium* spp. primjenom rekurentne selekcije. Glasnik zaštite bilja, br. 5, 165-168, Zagreb.
25. Tomasović, S. (1983): Problem fuzarijske paleži klasa (*Fusarium graminearum* Schw.) kod pšenice. Glasnik zaštite bilja, br. 9, 354-357, Zagreb.
26. Tomasović, S. (1984): Problem napada pšenice (*Triticum aestivum* ssp. vulgare) bolešću *Fusarium* spp. osobito *Fusarium graminearum* Schwabe vezan uzgojem visokorodnih sorti i primjenom vrlo intenzivne agrotehnike. Bilten "Poljodobra", Br. 1, 13-17, Zagreb.

S. Tomasović: Dostignuća u oplemenjivanju pšenice na otpornost prema *Fusarium spp.* na klasu u svijetu i u Hrvatskoj *Sjemenarstvo* 11(94)5, str. 349-364

27. Tomasović, S. (1986): Ostvarenja u oplemenjivanju Zg-pšenica ozimog tiipa. Bilten "Poljodobra", br. 2, 19-24, Zagreb.
28. Tomasović, S. (1986): Pšenice za intenzivnu tehnologiju. Sortiment ozimih Zg-pšenica s osvrtom na otpornost prema bolesti paleži klasa (*Fusarium graminearum* Schw.). *Gospodarski list*, br. 19, 20-21, Zagreb.
29. Tomasović, S. (1986): Najvažnija svojstva ozimih Zg-pšenica s kratkim osvrtom na otpornost prema *Fusarium graminearum* Schw. *Sjemenarstvo*, br. 9, 213-216, Zagreb.
30. Tomasović, S., and Vlahović, Viktorija (1986): Head Blight (*Fusarium graminearum* Schw.) in wheat. *Annu. Wheat Newsletter*, Vol. 32, Colorado State University, Fort Collins, CO, USA, Canada Department of Agriculture.
31. Tomasović, S. and Vlahović, Viktorija (1986): Investigations of the sources of resistance in wheat to *Fusarium graminearum* Schw. 4 th International Wheat Conference, Rabat, 2-5.5., Morocco.
32. Tomasović, S. (1987): Fuzarioze pšenice s posebnim osvrtom na fuzarioze klasa (*Fusarium graminearum* Schw.). *Agronomski glasnik*, br. 4, 47-55, Zagreb.
33. Tomasović, S. (1990): Oplemenjivanje pšenice na otpornost prema fuzarijskoj paleži klasa (*Fusarium graminearum* Schw.). *Glasnik zaštite bilja*, Br. 5, 194-198, Zagreb.
34. Tomasović, S., Vlahović, Viktorija Matijašević, m., Sesar, B. (1991): Oplemenjivanje pšenice na otpornost prema fuzariozama klasa (palež klasa). *Sjemenarstvo*, Br. 2, 67-76, Zagreb.
35. Tomasović, S. (1991): Poboljšanje izvora otpornosti novih linija pšenice (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*) na fuzarijsku palež klasa (*Fusarium graminearum* Schw.). *Doktorska disertacija*, 116 s.
36. Tomasović, S. (1993): Novi oplemenjeni ZG-izvori otpornosti pšenice na fuzarioze klasa (*Fusarium graminearum* Schw.). *Poljoprivredne aktualnosti*, Vol. 29, 3-4, 325-336, Zagreb.
37. Tomasović, S. (1993): Fuzarijska oboljenja pšenice (*Fusarium* spp.). *Glasnik zaštite bilja*, br. 7-8, 230-238, Zagreb.
37. Tomasović, S. (1993): Fuzarijska oboljenja pšenice (*Fusarium* spp.). *Glasnik zaštite bilja*, br. 7-8, 230-238, Zagreb.
38. Tomasović, S., Vlahović, Viktorija Sesar, B. (1993): Važnost oplemenjivanja ozime pšenice na otpornost na fuzarijsku palež (*Fusarium graminearum* Schw. i *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*). *Sjemenarstvo*, Br. 1-2, 3-24, Zagreb.
39. 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.
40. Wu, Z.S., Q.Q., Lu, W.Z., and Yang, Z.L. (1984): Development of a gene pool with improved resistance to scab in wheat. *Acta Agronomica Sinica* 10 (2): 73-80.

41. Wu, Zhaosu C.S. (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.

42. Zhou, C. F., Xia, S.S. and Qian, C.M. (1984): Journal of Jiangsu Agricultural sinica 2:15-18.