

FUZARIOZE PŠENICE SA TEŽIŠTEM NA ZARAZU KLASA*

S. TOMASOVIĆ¹⁾ Viktorija VLAHOVIĆ²⁾
B. SESAR³⁾Pregledni znanstveni rad
Prilmljeno: 20. 5. 1994.

SAŽETAK

Bolest *Fusarium* spp. je prvi puta opisana 1884. godine u Engleskoj i nazvana je "šuga pšenice" ("wheat scab") (Smith, 1884). Bolest je rasprostranjena u Evropi, Sjevernoj Americi, Kanadi i Australiji. Osobito je bila destruktivna u Corn Belt-u u SAD, gdje je prouzrokovala znatna sniženja uroda kod kukuruza i pšenice. Kod nas se počela javljati u većem obimu, naročito 70-tih godina prouzrokujući znatne gubitke. Gubici se kreću od 20-50%, pa i više. Problem fuzarioza kod pšenice je danas vrlo aktualan u širokoj poljoprivrednoj praksi diljem zemlje. Smatra se, da je bolest *Fusarium* spp., posebice *Fusarium graminearum* Schw. (koji je kod nas najdominantniji species roda *Fusarium*) bolest visoko prinostnih sorti pšenice kod kojih se primjenjuje vrlo intenzivna agrotehnika (Tomasović, 1981, 1984, 1986, 1987).

Karakteristični znaci bolesti su blijeđenje klasova po čemu je bolest i dobila naziv "bijeli klasovi". Pokazalo se, da je u nas najrašireniji uzročnik paleži klasova pšenice - scab (*Gibberella zeae* (Schw.) Petch.) = *Fusarium graminearum* Schw. u konidijskoj generaciji. Gljiva osim paleži klasova uzrokuje još i palež klice i korijena, a što se prenosi zaraženim sjemenom (Milatović, 1978- 80).

Mjere zaštite pšenice od bolesti paleži klasa su: primjena prikladnog plodoreda, zaoravanje strništa, sjetva zdravog i tretiranog sjemena. Najbolji način zaštite je kreiranje otpornih odnosno tolerantnih sorti pšenice. Preporuča se oplemenjivački program pšenice u vidu iznalaženja horizontalne (= poljske) otpornosti radije nego vertikalne, pošto je model nasljeđivanja prema spomenutoj bolesti poligenetski. Predlaže se upotreba najčešće povratnog i dialelnog križanja uz primjenu rekurentne selekcije (Tomasović, 1981, 1983, 1990, 1991).

* Rad podnesen u okviru rasprave i zaključaka na međunarodnom znanstvenom simpoziju "100. obljetnica Hrvatskog sjemenarstva (1893-1993)" održanom u Stubičkim Toplicama od 6.-11. prosinca 1993.

¹⁾ Dr. Slobodan Tomasović, znanstveni suradnik, oplemenjivač Institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja, Marulićev trg 5/1, Zagreb - Zavod za strne žitarice - BOTINEC

²⁾ Mr. Viktorija Vlahović, znanstveni asistent

³⁾ Mr. Branko Sesar, znanstveni asistent

FUSARIUM DISEASES OF WHEAT WITH EMPHASIS ON HEAD BLIGHT

S. TOMASOVIĆ, Viktorija VLAHOVIĆ

Scientific review

B. SESAR

Received: 20. 5. 1994.

SUMMARY

Fusarium spp. was first recognized in England in 1884, and was called "wheat scab" (Smith, 1884). The disease is spread throughout all of Europe, North America, Canada and Australia. It was particularly damaging in American Corn Belt where it caused considerable decrease of corn and wheat yields. In our country, the disease appeared in a gear extent specially in 70-ties, causing considerable damages losses range from 20-50%, and even more. The problem of wheat fusarium is today very current in the wide agricultural practice throughout the country. Fusarium spp., especially Fusarium graminearum Schw. (which is the most prevalent species among Fusarium genus) is considered to be a disease of high yielding wheat genotypes obtained by applying intensive agricultral technology (Tomasović, 1981, 1984, 1986, 1987).

The disease is characterized by dicoloraction of spikes, thus receiving the name "white spikes". In our wheat growing conditions scab (*Gibberella zeae* (Schw.) Petch.) was found to be the mostly spread cause of wheat fusarium head blight (FHB) = conidial generation of *Fusarium graminearum* Schw. Beside (fusarium) head blihht, the fungus also caused seedling foot and root blight, which is spread through infected seed (Milatović, 1978-80).

Protection measures of wheat against (fusarium) head blight (FHB) include: applying of appropriate crop rotation, ploughing in stubble, and sowing of healthy and treated seed. The best protection is breeding of wheat genotypes for resistance or tolerance. Such breeding program is recomended to be aimed at creating horizontal (= field) resistance rather than vertical, since the model of resistance of inheritance to the mentioned disease is polygenetic. It is suggested to use often back and diallel-crossing by applying recurrent selection (Tomasović, 1981, 1983, 1990, 1991).

UVOD I PREGLED LITERATURE

Pod imenom fuzarioze pšenice podrazumijevamo kompleks oboljenja, koje prouzrokuju gljive iz roda *Fusarium*. Fuzarioze se javljaju skoro svake godine u našoj zemlji, tako da se u posljednje vrijeme sve češći podbačaji u urodu pšenice mogu pripisati jačoj pojavi fuzarioza, posebice fuzarioza klasa. Fuzariozna oboljenja pšenice raširena su uglavnom u svim područjima uzgoja ove kulture. Pšenica može biti napadnuta slijedom cijele vegetacije, te se razlikuje nekoliko tipova oboljenja: palež klijanaca, trulež korijena i stabljike i palež klasova. Međutim, bolest *Fusarium* se najčešće javlja kao blijeđenje klasa (= bijeli klasovi) u uzgoju pšenice u vlažnim (humidnim) i umjereno vlažnim područjima svijeta,

dok se blijeđenje biljčica u mladom stadiju (seedling blight) odnosno crvenilo korijena javlja u suhim, manje vlažnim područjima (crtež 1,2).

Pšenicu napadaju najčešće slijedeće vrste iz roda *Fusarium*: *Fusarium nivale*, *Fusarium avenaceum*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium graminearum*, te u manjoj mjeri *Fusarium poae*. Napad se očituje uglavnom u svim razvojnim fazama pšenice. Osobito su vidljiva i lako uočljiva oboljenja paleži klasa, čija je pojava iz godine u godinu sve učestalija. Gljive iz roda *Fusarium* napadaju mnoge biljne vrste. Međutim pšenica je među njima najčešća. Gljiva, koja uzrokuje blijeđenje klasa i trulež korijena pšenice, raste i održava se u tlu kao fakultativni parazit, i obično živi u zajednici sa mrtvom organskom materijom, što znači da može živjeti i saprofitski.

Glavni patogen koji prouzrokuje bolest blijeđenja klasa pšenice *Gibberella zeae* (Schw.) Petch. (= *Gibberella saubinetii* (Mont.) Sac.) = *Fusarium graminearum* Schw.

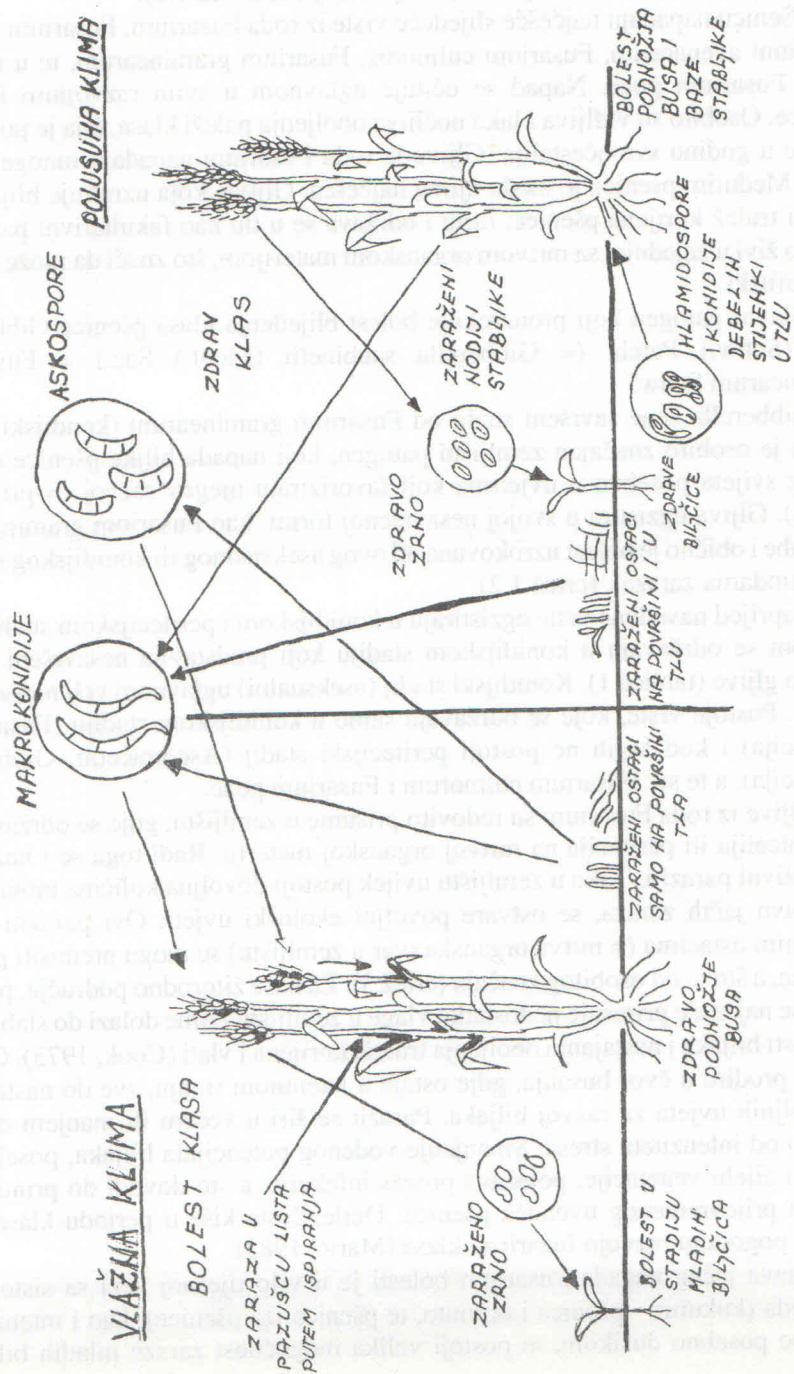
Gibberella zeae savršeni stadij od *Fusarium graminearum* (konidijski stadij gljive) je osobito značajan zemljišni patogen, koji napada biljke pšenice diljem cijelog svijeta posebno u uvjetima koji favoriziraju njegov razvoj (= primarna zaraza). Gljiva egzistira u svojoj nesavršenoj formi kao *Fusarium graminearum* Schwabe i obično je bolest uzrokovana od ovog aseksualnog ili konidijskog stadija (= sekundarna zaraza). (crtež 1,2).

Naprijed navedene vrste egzistiraju u konidijskom i peritecijskom stadiju, ali većinom se održavaju u konidijskom stadiju koji predstavlja nesavršeni stadij razvoja gljive (tablica 1). Konidijski stadij (aseksualni) uglavnom vrši napad i širi zarazu. Postoje vrste, koje se održavaju samo u konidijskom stadiju (*Fusarium*-generacija) i kod kojih ne postoji peritecijski stadij (Ascomicetni, *Gibberella* generacija), a te su: *Fusarium culmorum* i *Fusarium poae*.

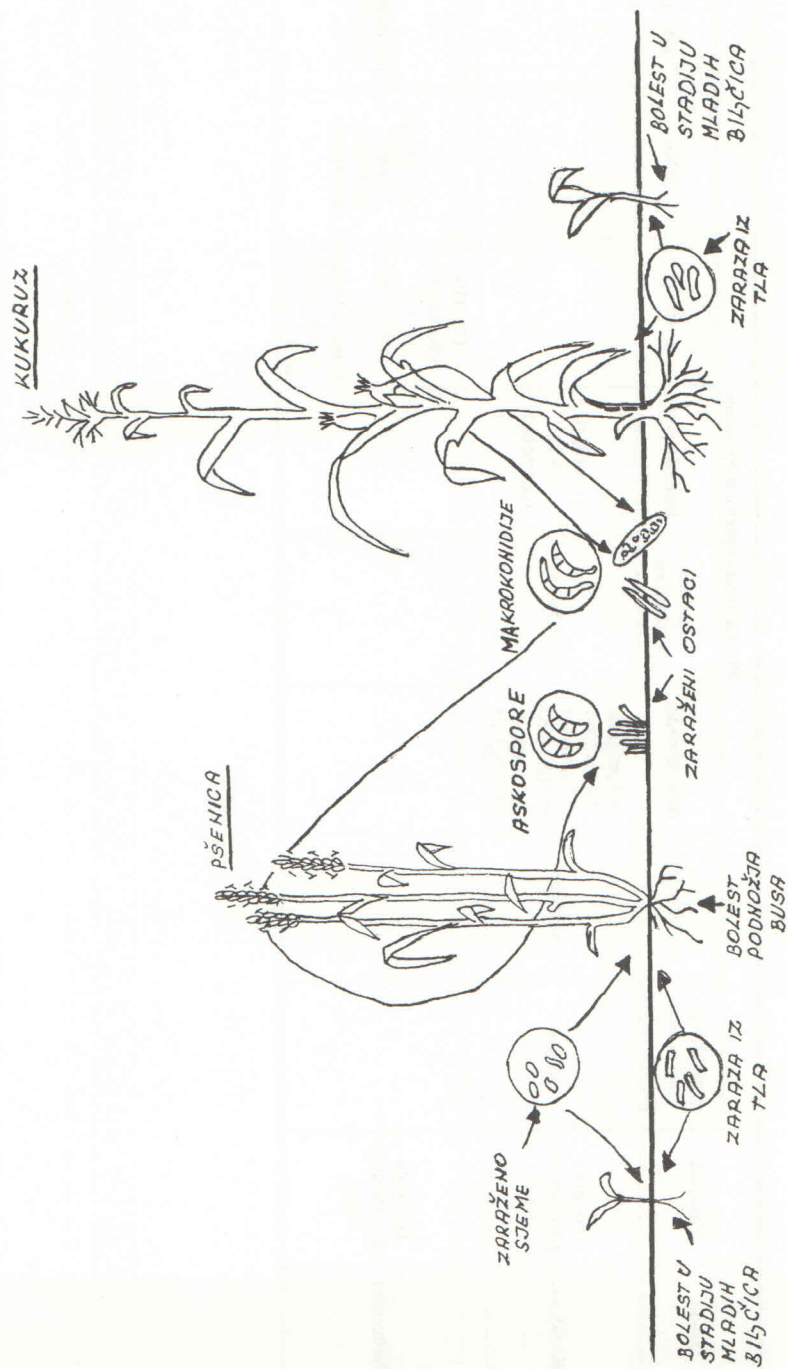
Gljive iz roda *Fusarium* su redovito prisutne u zemljištu, gdje se održavaju u vidu micelija ili peritecija na mrtvoj organskoj materiji. Radi toga se i nazivaju fakultativni paraziti. Tako u zemljištu uvijek postoji dovoljna količina inokuluma za pojavu jačih zaraza, se ostvare povoljni ekološki uvjeti. Ovi paraziti osim zaraženim ostacima (= mrtva organska tvar u zemljištu) se mogu prenositi putem sjemena, a što je od osobitog značaja (crtež 3). Za naše žitorodno područje, pojava stresa se najčešće pripisuje nedostatku vlage u zemljištu i time dolazi do slabljenja vitalnosti biljaka i nastajanja oboljenja truleži korijena i vlati (Cook, 1973). Gljiva obično prodire u čvor busanja, gdje ostaje u latentnom stanju, sve do nastajanja nepovoljnih uvjeta za razvoj biljaka. Parazit se širi u većem ili manjem obimu zavisno od intenziteta stresa. Smanjenje vodenog potencijala biljaka, posebno u drugom dijelu vegetacije, pojačava proces infekcije, a što dovodi do prinudnog zrenja i prijevremenog uvenuća pšenice. Dotle, česte kiše u periodu klasanja i cvatnje pogoduju razvoju fuzarioza klasa (Marić, 1983).

Pojava jačeg napada *Fusarium* bolesti je u vrlo tijesnoj vezi sa sistemom plodoređa (kukuruz - pšenica i obrnuto, te pšenica iza pšenice), kao i intenzivne gnojidbe posebno dušikom, te postoji velika mogućnost zaraze mladih biljčica

Crtež 1. Životni ciklus fusarium graminearum u različitim klimatskim uvjetima



Crtež 2. Životni ciklus fusarium graminearum



Tablica 1. Morfološke karakteristike plodnih tijela i stanica *Fusarius graminearum* Schw. (*Gibberella zeae*/Schw. Petch.)(Booth, 1971; Wiese, 1977; Jones and Clifford, 1983; Nelson, Toussoun and Marasas, 1983)

Stadij	Uzročnik	Plodna tijela i spore u mikronima							
		sporodohija (aseksualno plodno tijelo)	mikrokonidije	makrokonidije	filijale (konidifori)	hlamidospore	peritecija	askus	askospore
Konidijski	<i>Fusarina graminearum</i> Schw.	rijedak	ne stvara	3-4 pregrade 25-40x2,5-4 5-7 pregrada 48-50x3,0-5,5 5-7 pregrada 35-62x2,5-5	3,5-4,5x10-14	14-18-8-10 10-12 (dijametar)			
Peritecijski	<i>Gibberella zeae</i> (Schw.) Petch.					150-350 (dijametar) 90-150 (unutar. dio) 17-31 (vanj. zid stan.) 5-12x1,5-3,5 (ovalne stanice)	8-11x60-85 (sadrži najčešće 8 askospora)	0-3 pregrade 3-5x17-25	

pšenice, već od najranije faze razvoja klice (crtež 1,2). Zaraženim ostacima kukuruza, a osobito kada su zadovoljeni uvjeti za pojavu patogena (vlažna godina) mogućnost infekcije pšenice je velika, jer na njima gljiva sporulira kroz čitavu vegetaciju (Milatović, 1967, 1969, 1978-80) (crtež 3).

Kako je ranije navedeno fuzarioze pšenice su bolesti, koje uzrokuju gljive iz roda *Fusarium*. Konidijska ili nespolna generacija spada u *Fungi imperfecti*, dok spolna generacija ili savršeni stadij pripada u *Ascomycetes*. Za neke parazite svrstane u *Fungi imperfecti* smatra se da nisu razvili ili su izgubili spolni rasplod a za druge se smatra da tip spolnog rasploda još nije utvrđen (Milatović, 1980, Kišpatić, 1985, Muntanola - Cvetković, 1987). U tablici 2. se iznosi sistematika *Fusarium* vrsta.

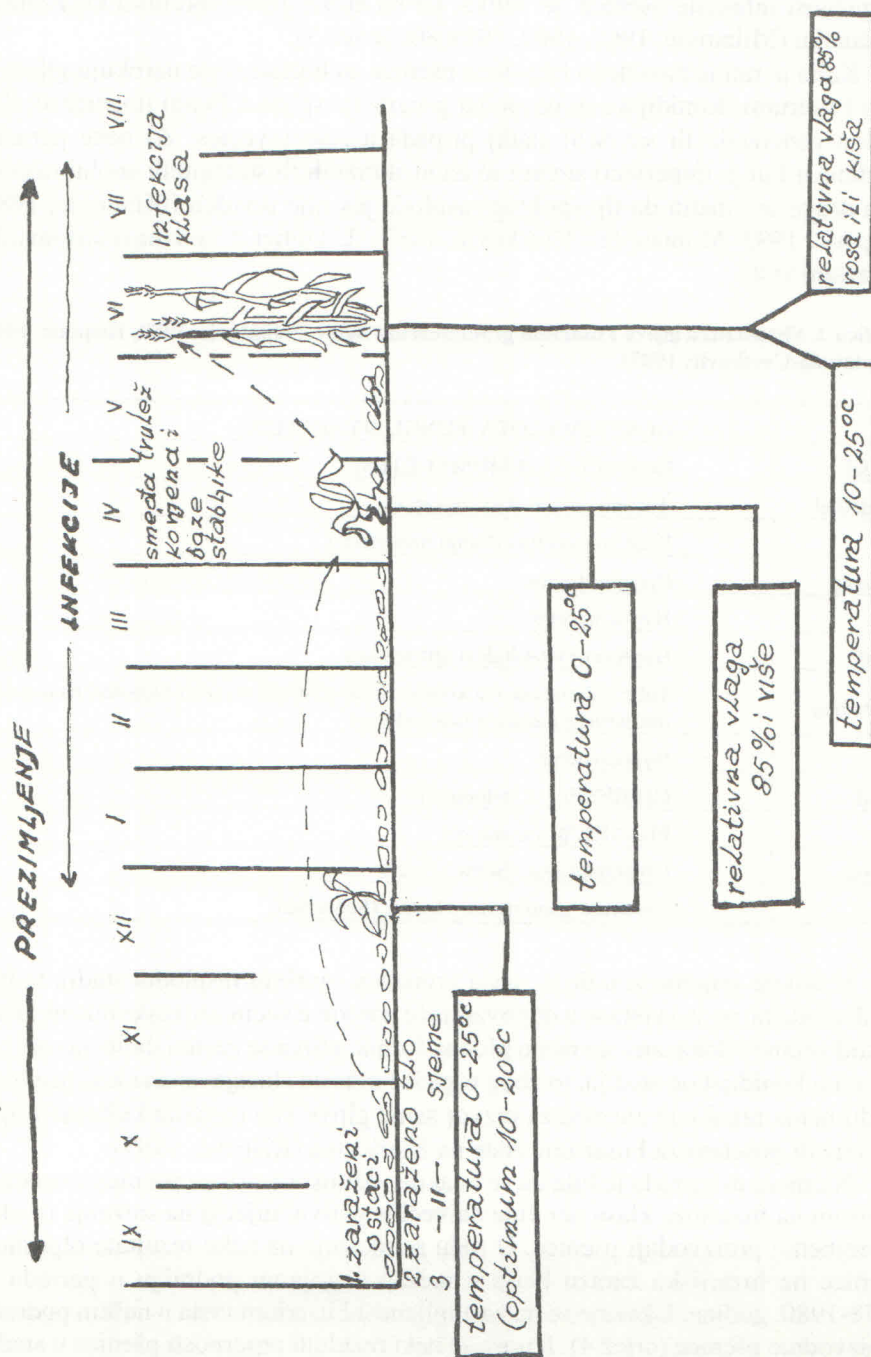
Tablica 2. Sistematika gljive *Fusarium graminearum* Schw. (Milatović, 1980; Kišpatić, 1985; Muntanola-Cvetković, 1987).

	GLJIVA(MYCOTA, FUNGI, MYCETALIA)
Odjel	EUMYCOTA (EMUMYCETES)
Pododjel	Ascomycotina (Ascomycetes)
	Deuteromycotina (Fungi imperfecti)
Razred	Pyrenomycetes
	Hyphomycetes
Red	Hyphales (Moniliales) Sphaeriales
Porodica	Tuberculariaceae (za koju je karakteristično da su konidiofori na površini micelnog jastučića (sporodohia)
	Hypocreaceae
Rod	GIBBERELLA (teleomofr)
	FUSARIUM (anamorf)
Vrsta	Gibberella zeae (Schw.) Petch.
	<i>Fusarium graminearum</i> Schw. (Schwabe)

U novije vrijeme je u dosta vrsta pronađen savršeni rasplodni stadij, te tip i oblik plodišta, pa su svrstane u odgovarajuće porodice većinom u askomicete. Tako je kod većine i dokazana savršena plodna forma, gljiva se često i dalje navodi pod imenom konidijskog stadija, to zbog toga što u dosta slučajeva savršeni rasplodni stadij nema nikakvog značaja za razvoj same gljive kao parazita kulturne biljke. To vrijedi posebno za *Fusarium*-vrste na žitaricama (Kišpatić, 1985).

Namjera ovog rada je bila da se istakne važnost fuzarioza pšenice s osobitim osvrtom na fuzarioze klasa, jer čine najveći negativni utjecaj na sniženje uroda u suvremenoj proizvodnji pšenice. U radu se ukazuje na neke rezultate otpornosti pšenice na fuzarijsku zarazu klasa u našem uzgojnom području u periodu od 1978-1980. godine. Ukazuje se na zastupljenost *Fusarium* vrsta u našem području proizvodnje pšenice (crtež 4). Iznose se neki rezultati otpornosti pšenice u stadiju

Crtež 3. Uvjeti i izvori infekcije *Fusarium graminearum* Schw.



sijanaca (seedling-u) te u odraslom stadiju na polju na zarazu klasa u uvjetima umjetne infekcije u 1978. godini.

Daje se prilog metodici umjetne infekcije pšenice modificiran prema našim vlastitim iskustvima.

Fuzariozna oboljenja pšenice.

Fuzariozna oboljenja pšenice se dijele u tri glavne grupe i to:

1. snježna pljesan
2. fuzariozna trulež korijena i stabljike
3. fuzarioze klasa

1. Snježna pljesan (propadanje zimi/proljeće/)

Gljiva: *Fusarium nivale* (Fr.) Ces.

syn. *Calonectria nivalis* Schaffn.

Konidijski stadij: *F. "nivale* (Fr.) Ces.

/W and R, G, B, J/

Syn. *F. nivale* Fr. emend. Snyd. and Hans.

/S. and H, M and C/

Savršeni stadij: *Monographella nivalis* (Schaffnitt) Muller Gerlachia *nivalis* (Boot-Pre-emergence blight, root rot and head blight of cereals, Show mould)

Snježna pljesan se javlja u rano proljeće poslije otapanja snijega. Obično zahvaća pšenicu po manjim ili veći oazama, na mjesta gdje se tokom zime formirao dublji snježni pokrivač koji se u proljeće održao duže vremena na njivi. Jače zaražene biljke ugibaju i tako nastaju ćelava mjesta ili prorijeđeni usjevi. Međutim, slične simptome češće prouzrokuju druge gljive iz roda *Fusarium*, zbog čega su neophodne fitopatološke izolacije radi njihovog diferenciranja.

Snježna poljesan se javlja na oslabljenim usjevima ozime pšenice prilikom otapanja snijega, pri temperaturi od 5-10°C i visokoj vlažnosti zemljišta i zraka. Slabljenje vitalnosti biljaka nastaje u godinama s dubokim snježnim pokrivačem, koji se dugo odražava i lagano se otapa u proljeće.

Jedna od najčešćih gljiva, koja uzrokuje tzv. parazitarno propadanje zimi je snježna plijesan. Ta gljiva napada prvenstveno pšenicu i raž, ali i ječam. Najčešće se bolest uočava tek u proljeće nakon kopnjenja snijega. Tada vidimo u gnijezdima odumrle biljke, koje su prilegle na površinu tla, a pokrivene su bijeloružičastom prevlakom poput plijesni, koja za sunčano- vjetrovita vremena opet brzo nestaje. Inficirane biljke, mogu se naći i dalje u toku vegetacijskog perioda. One su nešto zaostale u rastu, katkada protrunule u zoni korijena ili zbog napada klasa nose štura zrna.

Gljiva se može prenositi sjemenom, jer se spore zadrže na površini sjemena (pšeno). U vrijeme klijanja sjemena gljiva raste zajedno s klijancima i razara prije ili kasnije koleoptilu. Posljedica toga je zakržljalost i zaostalost u rastu, te nastajanje u plješine u usjevu.

Gljiva prezimljuje i na ostacima slame (strni) i ostalim odumrlim dijelovima biljke pa tako iz tla inficira mlade klijance. Optimalni uvjeti za širenje bolesti su vlažno i hladno vrijeme, a posebno ispod snježnog pokrivača, pod kojim je tlo nije smrznuto. Stoga su od snježne plijesni ugrožena u prvom redu područja s mnogo snijega, dakle brdska te obalna područja s hladnom zimom. Za vrijeme proljeća i ljeta spore koje se formiraju na bolesnim ili odumrlim biljkama, vjetrom, kapima kiše ili uz pomoć kukaca, mogu dospjeti i na klasove. Kod ranog napada zrna postaju štura, a kod kasnije infekcije napad ne utječe na tvorbu zrna.

Zbog inficiranja korijena i baze vlati ova bolest se ubraja u grupu bolesti podnožja busa. Rijedak sklop usjeva ne može ni jačim nabusavanjem u proljeće razviti potreban broj klasova. Stvaranjem jalovih biljaka, a naročito formiranjem šturih zrna dolazi do gubitka u urodu i kakvoći.

Najdjelotvornija mjera protiv snježne plijesni je tretiranje sjemena (Ceresan, ceretan, uspulun, baytan F, voronit i dr.).

Tretiranjem se unište sve spore, koje se nalaze na sjemenu, pa je tako isključen glavni izvor zaraze. Isto se nalaze na sjemenu, pa je tako isključen glavni izvor zaraze. Isto tako sjeme treba potjecati iz zdravog usjeva za sjetvu. Treba izbjegavati pregustu sjetvu, kao i jače gnojenje dušikom. Treba paziti na plodored (ne smije raž i pšenica dolaziti u plodoredu često). Rano uništenje korova smanjuje napad. Stoga je za preporuku upotreba zemljišnih herbicida prije nicanja (Tribuni), neposredno iza sjetve).

Ocjena intenziteta napada i štetnosti

Pregledom usjeva poslije otapanja snijega može se dobiti slika o rasprostranjenosti i intenzitetu pojave snježne plijesni ili drugih oboljenja koja izazivaju propadanje mladih biljaka pšenice postotak zahvaćene površine. Približni podaci o štetnosti mogu se dobiti mjerenjem uroda zrna na dijelovima njive sa zdravim usjevom i na mjestima gdje se snježna plijesan javljala, uzimajući u obzir postotak površine zahvaćene oboljenjem.

Primjena nekih sistemskih fungicida za tretiranje sjemena bila bi vjerojatno efikasna mjera suzbijanja snježne plijesni, na lokalitetima gdje su često povoljni uvjeti za razvoj ove bolesti.

2. Fuzariozna trulež korijena i stabljike

Fuzariozna trulež korijena i stabljike se razvija tokom čitave vegetacije, a najuočljiviji simptomi se javljaju poslije klasanja prijevremenim ugibanjem biljaka i pojavom bijelih klsova. Napadnute klasove (uginule) zahvaćaju saprofitni mikroorganizmi, osobito u vlažnim uvjetima, te klasovi dobivaju crnu boju, zbog čega je oboljenje dobilo naziv crnoklasost. Pošto se fuzarioza truleži ne javlja vidljivim simptomima, te je stoga dijagnozu potrebno izvršiti na bazi fitopatoloških izolacija. Međutim, oboljenja se mogu očitovati i pojavom nekrotičnih površina mrke boje, koje se mogu ograničiti na čvor busanja, međukoljenica i koljenca kao nepravilne pjege ili izdužene pruge. U uzdužnom presjeku vlati mogu

se naći bjeličasto-ružičaste naslage micelija parazita.

Fuzarioza stabljike (vlati) jednako je proširena i štetna kao i polijeganje pšenice. Kao domaćini poznate su mnoge vrste trava. Do najvećih šteta dolazi u slučaju kada iza jakog napada polijeganja slijedi jak napad fuzarioze vlati.

Napad se očituje na rukavcima na donjem dijelu vlati. Pojave se smeđe, a kasnije crne nekrotične pjegice. Kod jakog napada inficirana su i najdonja koljenca, i njihova neposredna okolina. Rana i jaka infekcija dovodi do odumiranja biljke.

Fuzariozu mogu uzrokovati slijedeće gljive (koje su fakultativni i nespecifični paraziti): *Fusarium nivale*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium roseum* (*graminearum*).

Do prenošenja dolazi putem zaraženog sjemena, ali i preko tla. Napad pospešuje visoka relativna vlažnost zraka pri bazi vlati, jednostran plodored (obzirom na žitarice).

Fusarium-vrste kao bolest klijanaca mogu se raspoznati po plijesni sličnom miceliju na bazi izbojka. *Fusarium*-vrste su često uzročnici izmrzavanja.

Prijenos bolesti uslijedi preko spora, koje se nalaze na "sjemenu" ili preko napadnutih ostataka biljaka u tlu. Nekim vrstama pogoduju toplosuhi periodi vremena (*F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. graminearum*), drugim pak hladno-vlažni periodi vremena (*F. nivale*).

Fusarium-vrste napadaju sve vrste žitarica. Zbog razaranja baze vlati može doći do šturosti ili čak gluhoće klasa. Napad na klijanima dovodi do znatnih šteta u nicanju i do izmrzavanja, napad na klasovima do šturosti, propadanje pojedinih klasića ili čitavih klasova.

Suzbijanje: plodored, tretiranje sjemena (da se uništi *F.* gljive (na sjemenu). Tretiranje sjemena (*Ceresan/Ceretan*, *tillantina*, *uspullin*, *bayran F* ili *voronit*) isključuje mogućnost prenošenja svih *F.* vrsta sjemenom, dok se *F.* infekcija koje potječu iz tla ne mogu ograničiti.

Preventivne mjere: plodored i higijenske mjere s tlom. Mnoge od *F.* vrsta dolaze i kao bolesti klijanaca, podnožja stabljike i klipova u kukuruzu.

Ocjena intenziteta napada i štetnosti

Ocjenjivanje intenziteta napada fuzariozne truleži korijena i vlati, vrši se u vrijeme pojave prijevremenog uvenuća biljaka, i to obično u cvatnji li u mlječnoj zriobi pšenice. Brojenjem zdravih i bolesnih biljaka na m^2 na više mjesta na njivi, dobiva se postotak zastupljenosti oboljenja. Mjerenjem uroda zrna iz zdravih i bolesnih klasova (4 x 100) kao i na osnovi učestalosti oboljenja, dobivaju se podaci o štetama.

3. Fuzarioze klasa

Fuzarioza klasa se osobito javlja u cvatnji i mlječnoj zriobi pšenice, zahvaćajući dio klasa, pojedinačne klasiće ili čitav klas, koji tako uginu osobito ako je zahvaćen posljednji internodij. U zaraženim klasovima formiraju se zrna različitog stupnja nalivenosti (normalno do potpuno štura zrna).

Bolest dolazi u svim područjima gdje se uzgajaju žitarice, uzrokujući posebno

na pšenici velike gubitke uroda. Jednako su velike štete u kakvoći zrna: slaba klijavost, loša pecivost te zbog tvorbe mikotoksina nepogodna su za krmu.

U pravilu su pak, zahvaćeni samo pojedini klasići ili dijelovi klasa. Napadnuti su klasići svijetlo-crvenkaste pa sve do crvene boje. U ekstremnim slučajevima klasovi su gluhi. Fuzariozu klasa uzrokuje u prvom redu gljiva *Fusarium culmorum*. Ali i *F. nivale*, te *F. roseum* (= *F. graminearum*) mogu uzrokovati iste simptome. Prvi je izvor zaraze zaraženo sjeme, a drugi micelij, plodišta i spore na ostacima žitarica ili trava na polju. Kada spore nošene vjetrom, dospiju na klas, gljiva se nakon infekcije razvije pa se pokažu simptomi fuzarioze klasa (za 3 dana kod 25-30°C i vlažna vremena). (Wiese, 1977; Sartori i dr., 1981; Marić, 1983; Čizmić, 1986).

Suzbijanje: plodored, tretiranje sjemena, tretiranje usjeva fungicidima pruža slabo djelovanje.

Fuzarioza klasa se može znatno smanjiti tretiranjem pšenice nekim fungicidima u fazi klasanja i cvatnje pšenice, imajući pri tome u vidu potrebu da se list zastavičar i klas zaštite i od drugih bolesti (rđe, pepelnica, septorija).

Kod suzbijanja fuzarioza klasa postoje metode pomoću kojih se određuje intenzitet pojave oboljenja, u zavisnosti od broja kišnih dana u izvjesnim periodima razvoja pšenice. Prema jednoj sovjetskoj metodi (S t e p a n o v i Ć u m a k o v), to se izračunava po slijedećoj formuli:

$$y = 6.61 x - 48.35$$

y = postotak fuzarioznim klasova
x = broj kišnih dana od kraja travnja do kraja svibnja.

Metoda je korigirana u Mađarskoj (V a m o š i) i izračuna se po formuli:

$$y = 2.35 x - 48.35$$

x = broj kišnih dana od početka cvatnje do tehnološke zrelosti pšenice.

Jače zaraze su obično kada se u navedenom periodu registrira preko 15 kišnih dana. Međutim, ovu metodu je potrebno provjeriti u našim uvjetima.

Ocjena intenziteta napada i štetnosti

Napad fuzarioze klasa se ocjenjuje u doba mlječne zriobe pšenice, na većem broju mjesta jedne njive (4 x 100 klasova). Zaraza se očituje na svakom klasu, ocjenjivanjem zahvaćenosti klasa fuzariozom u postocima. Na bazi dobijenih postotaka izračuna se index oboljenja.

Fuzarijska palež klasova (*Fusarium graminearum*, Schw.) *Gibberella zeae* (Schw.) Petch).

Gljiva: Konidijski stadij: *F. graminearum* Schwabe /W and R, G, B,
J/ Syn. *F. roseum* LK. emend., Snyd. and Hans.
"Graminearum" (S and H)

F. roseum LK. emend. Snyd. and Hans var. *graminearum* (Schwabe)

Snyd. and hands. /M and C/

Peritecijski stadij: *Gibberella zeae* (Schw.) Petch.

F. graminearum egzistira u dvije grupe: grupa 1 i grupa 2. Grupa 1 prevladava u Australiji i Kaliforniji, a grupa 2 prevladava u istočnim dijelovima SAD i Europi. Grupa 1 uzrokuje fuzarijsku trulež korijena i stabljike (foot and crown rot), a grupa 2 izaziva fuzarijsku palež klasa (scab, head blight) pšenice, a također napada i kukuruz.

Gibberella zeae napada klasove pšenice i to u godinama kada za vrijeme cvatnje i mliječne zriobe vlada velika vlaga vezana s višom temperaturom. Zaraženi klasovi gube svoju normalnu boju, te poprimaju blijedu boju, a na pljevicama se razviju ružičaste nakupine koje predstavljaju konidijski stadij gljive (*Fusarium graminearum* Schw.)

Osim paleži klasova, ova gljiva na pšenici uzrokuje palež klice i trulež korijena, pa nastaju štete pri klijanju odnosno nicanju. Do infekcije i paleži klice, te truleži korijena može doći i od zaraženih ostataka biljaka, ali je to rjeđi slučaj od prijenosa zaraze sjemenom.

Gljiva se održava na ostacima zaražene pšenice gdje se razvije konidijski stadij (*Fusarium graminearum* Schw.) češće li na pljevicama nastaju periteciji (*Gibberella zeae* /Schw./ Petch.) u kojima se nalaze askospore. Međutim, periteciji se obilnije razvijaju na zaraženim stabljikama kukuruza i to već u jesen, ili tek na proljeće. Konidije i askospore raznose zračne struje na klasove pšenice. Zaraza se prenosi i zaraženim sjemenom.

Osim ove Fusarijske vrste, poznate su i druge koje mogu napasti klasove pšenice: *Fusarium culmorum* (X.G. Smith) Sacc. /W and R, G, B, J/ Syn.: *F. roseum* LK. emend. Snyd. and Hans. "*Culmorum*:/S and H/*F. roseum* LK. emend. Snyd. and Hans. var. *culmorum* (Schwabe) (sic) Snyd. and Hans. /M and C/

Peritecijski stadij: nije poznat

Zatim klasove napada i *Fusarium avenaceum* (Fr.) Bacc. /W and R, G, B, J/ Syn.: *F. roseum* LK. emend. Snyd. and Hans. "*Avenaceum*" /S and H/*F. roseum* LK. emend. Snyd. and Hans. var. *avenaceum* /Sacc/ Snyd. and Hans. /M and C/

Peritecijski stadij: *Gibberella avenaceum* Cook

Pošto su simptomi vrlo slični, pojedine se *Fusarium*-vrste mogu odrediti samo mikroskopskim pregledom.

Suzbijanje: Preporučuje se zaoravanje stništa, što širi plodored, pročišćavanje te tretiranje sjemena.

Gljiva se dijeli na niz fizioloških rasa, od kojih su neke patogene za pšenicu, i te fiziološke rase s različitim patogenicitetom otežavaju selekcijski rad.

Problem zaraze i štete koje patogen *F. graminearum* Schw. (*Gibberella zeae* /Schw./ Petch.) prouzrokuje na pšenici

Patogen *Fusarium graminearum* Schw. kao i ostale slične bolesti ima rasplodni stadij na ostacima bilja u tlu. Tu se razmnožava stvara spore i širi zarazu

na buduće usjeve. Patogen se pretežno razmnožava na kukuruзу i njegovim otpacima u tlu, što predstavlja savršeni stadij (ascomicetni stadij) razvoja gljive. Ova faza zaraze zove se primarna faza zaraze i teško ju je razlikovati od ostalih sličnih bolesti. (crtež 1,2).

Fusarium graminearum Schw. napada pšenicu u dvije faze: primarna koja može zaraziti korijen i podnožje vlati i sekundarna koja se širi konidijama i inficira kod klasanja i cvatnje spolne organe (klas). U primarnoj fazi zaraza se teško razlikuje od ostalih sličnih bolesti, pošto ima iste simptome i posljedice. Podnožje vlati i kruna korijena (crown rot) pocrne, biljka slabi, kržljavi, a često i ugiba. Ukoliko i ne ugine, daje šturo i sitno zrno. Ta primarna faza je odavno poznata i identificirana, ali u praksi se teško razlikuje od ostalih sličnih bolesti. Njen sekundarni stadij je daleko opasniji prouzrokuje "bijeke klasove" (Korić, 1970). *F. graminearum* Schw. se razmnaža na ostacima lanjskog usjeva, gljiva prezimi u tlu i tu stvara spore, koje zaraze mladu pšenicu. Na zaraženoj pšenici se gljiva vegetativno razmnaža i stvara konidije, koje se masovno šire po usjevu i vrše zarazu spolnih organa (cvijet), kao i klasa. Taj sekundarni stadij najviše favorizira toplo i vlažno vrijeme.

Naprotiv, suho i vjetrovito vrijeme kod klasanja i mliječne zriobe sprečava napad zaraze. Ova zaraza je daleko opasnija od primarne, jer jedna bolesna biljka može zaraziti veliki broj zdravih. Može oboljeti cijeli klas i "pobijeliti", a može oboljeti samo nekoliko klasića ili samo vrh klasa. Konidije napadaju klas na zdravoj zelenoj biljci i "ubijaju" samo klas ili dio klasa. To se lako raspoznaje, jer je klas uginuo, a ostala biljka je zdrava i zelena. Kakle, slika bolesti posve je drugačija od ostalih bolesti, kada postepeno ugiba biljka, a s njom i klas.

Gibberella zeae (Schow.) Petch. je "stara" opasna bolest kod kukuruza. Međutim, s uvozom hibrida kukuruza iz SAD k nama je uvezena i ova bolest, koja zaražuje cijelu stabljiku, a i klip, a što se tretira kao trulež stabljike i korijena, te trulež (pljesnivost) klipa odnosno zrna. Analogno paleži klasa kod pšenice, imamo palež klice i kod kukuruza, te se zaraza prenosi s klipa na tlo zaraženim sjemenom, koje slabo klija. *Gibberella zeae* (Schw.) Petch. iz vegetacije u vegetaciju se prenosi i razvija ili konidijsku (*Fusarium*) generaciju ili peritecijsku (*Gibberella*) generaciju. *G. zeae* (Schw.) Petch. je savršeni *Fusarium* favorizira više kukuruz nego druge žitarice, jer je obilje produkcije peritecija (*G. zeae* (Schw.) Petch.) - savršeni stadij), na starim ostacima stabljike kukuruza. (crtež 3). U područjima gdje je *Fusarium* jako raširen, proljetnu pšenicu i ječam ne bi se smjelo uključivati u plodored iza kukuruza. Zaraza *Fusarium*-om u Corn-Belt-u pokazivala je 43% blijeđenja klasova pšenice slijedivši kukuruz, 29% slijedivši pšenicu, 27% iza raži i 23% iza zobi (Quisenberry and Reitz, 1967).

F. graminearum Schw. se nalazi i na ostacima pšenice, odakle se širi iako u manjoj mjeri. Stoga bi bilo dobro da se pšenična strn duboko zaore i da se kasnije oranjem ne izbacij strn. Drugim riječima, trebalo bi izbjegavati sijati pšenicu iza zaražene pšenice. I sa pšeničnim sjemenom može se širiti zaraza iako u manjoj mjeri, usprkos tome što se čišćenjem sjemena zaražena zrna otpuhuju i izbace sa

pljevom, pošto su lagana i štura.

Ispitivanje otpornosti pšenice prema *Gibberella zeae* (Schw.) Petch. u uvjetima umjetne infekcije te oplemenjivanje pšenice na otpornost prema fuzariozama (*Fusarium* spp.)

U Institutu za oplemenjivanje i proizvodnju bilja u Zagrebu 1978. godine započelo se radom na razvijanju otpornosti prema bolesti *Fusarium* spp. posebno *Fusarium graminearum* Schw. u oplemenjivanju pšenice. Isto tako nužno je istaći, da je utvrđivanje uzročnika paleži pšenice, ispitivanje virulentnosti većeg broja izolacija, te pripreme inokuluma za pokuse, početka izvršeno u Institutu za zaštitu bilja u Zagrebu (M i l a t o v i ć, 1978 - 80), a od 1980. godine do danas taj rad je nastavljen u Institutu za oplemenjivanje i proizvodnju bilja u Zavodu za strne žitarice u Botincu (V l a h o v i ć, T o m a s o v i ć).

Sa širenjem visokorodnih sorata pšenice u nas pojavio se i problem njihove veće osjetljivosti prema paleži klasa od *Fusariuma*. Najrašireniji uzročnik paleži klasa pšenice je *Gibberella zeae* (Schw.) Petch. = *F. graminearum* Schw. Isto tako palež klasa mogu izazvati i druge vrste *Fusariuma*. U novije vrijeme sve je češća vrsta *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* (mr Ivanka Čizmić, osobna komunikacija). To je potvrđeno i našim istraživanjima (Vlahović Viktorija, Tomasović).

Pitanje uzročnika paleži klasa u nas također nije detaljno proučeno.

Metode rada

Za ispitivanje stupnja otpornosti odnosno osjetljivosti prema vrstama *Fusarium*, potrebna su preliminarna ispitivanja, a koja se sastoje u slijedećem:

- odabrati metodu umjetne infekcije (podaci iz literature)
- izolirati vrste *Fusarium* sa zaraženih klasova pšenice a različitim lokalitetima
- identificirati izolirane vrste *Fusarium*
- odabrati najvirulentnije izolacija *Fusarium* za pripremu inokuluma za pokuse.

Potrebno je naglasiti, da u literaturi postoji obilje podataka o metodama umjetne infekcije pšenice s *Fusarium*. Institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja dostavio je Institutu za zaštitu bilja zaražene uzorke pšenice s *Fusarium* spp., a koji su sakupljeni na različitim lokalitetima u Hrvatskoj tokom lipnja 1978. godine. Sa 10 različitih lokaliteta izvršena je izolacija uzročnika paleži klasa, tj. *Fusarium* spp. u čistu kulturu. Izolirane vrste *Fusariuma* su identificirane (M i l a t o v i ć, 1978). Radi se o *F. graminearum* Schw.

Moguće je pristupiti pokusima na ispitivanju otpornosti pšenice u stakleniku prema fuzarijskoj paleži klice, a što je i učinjeno 1979. godine.

Ispitivanje otpornosti pšenice prema *Fusarium graminearum* Schw. izvršeno je:

- a) u seedling-u u stakleniku
- b) u odraslom stadiju - u polju

Tablica 3. Rezultati ispitivanja otpornosti pšenice prema *Fusarium graminearum* - u seedling-u - 1979. (Vlahović, Tomasović, Zagreb - Botinec, 1979)

Šifra	T1	T2	Tk
S.V. 222	1	0	1
3554-	0	1	1
5014 -	(6) 0	(6) 1	(8) 0
5016 -	(18) 1	(16) 1	(11) 0
5053 -	(14) 0	(15) 0	(12) 0
5060 -	(7) 0	(9) 0	(9) 1
5061 -	(15) 0	(13) 1	(12) 0
5063 -	(18) 2	(17) 1	(14) 1
5066 -	(8) 1	(12) 0	(9) 0 i (2) 1
5067 -	(17) 0	(20) 0	
5070 -	(10) 0	(9) 0 i (2) 1 (6) 0	
5078 -	(10) 0 (1) 1	(11) 1	(13) 0
5079 -	(12) 0	(10) 0	(10) 0
5080 -	(7) 0	(4) 0	(6) 0
5082 -	(5) 0 (1) 1	(7) 0	(10) 0
5083 -	(8) 1	(8) 0	(8) 0
5085 -	(9) 0	(8) 0	(3) 0 (4) 2
5090 -	(4) 2	(2) 2 (1) 0	(4) 0 (1) 2
5093 -	(10) 0 (4) 2	(11) 0 (2) 1	(12) 0
5108 -	(18) 0 (2) 1	(15) 0 (5) 1	(18) 0
5111 -	(15) 0	(12) 0 (2) 1	(14) 0
5117 -	(4) 0	(4) 0 (1) 1	(2) 0
5120 -	(7) 0 (1) 1	(10) 0 (2)	(10) 0 (5) 2
5125 -	(12) 0 (3) 1	(14) 0	(12) 0 (3) 2
5129 -	(9) 0 (3) 2(1) 1	(10) 0 (2) 1	(12) 0
5130 -	(19) 0	(17) 0	(9) 0 (3) 2 (5) 1
5135 -	(1) 0 (8) 2 (3) 1	(1) 0 (10) 2 (1) 3	(4) 0 (6) 2
5136 -	(9) 0 (1) 2	(9) 0 (3) 2	(11) 0
5139 -	(13) 0 (3) 1	(16) 1	(18) 0
5140 -	(7) 0 (4) 2	(5) 0 (4) 1	(7) 0 (1) 1
5141 -	(11) 0	(11) 0	(11) 0
5142 -	(3) 0	(6) 1	(5) 0
5143 -	(14) 1	(13) 1	(17) 0
5144 -	(7) 0 (3) 1	(7) 0 (2) 1	(8) 0
5145 -	(3) 0 (3) 1	(3) 0 (3) 1	(3) 0

S. Tomasović: Fuzarioze pšenice sa težištem na zarazu klasa
Sjemenarstvo 11(94)6, str. 517-546

Šifra	T1	T2	Tk
5146 -	(2) 1 (4) 2	(1) 1 (3) 2	(8) 0
5147 -	(4) 0 (2) 1 (2) 2	(5) 0 (2) (5) 2	(8) 1 (3) 2
5149 -	(9) 0 (1) 1	(10) 0	(11) 0
5148 -	(6) 0 (1)	(8) 0	(8) 0
P-4005+	(19) 0	(22) 0	(20) 0
P-4003-	(21) 1	(22) 0 (2) 1	(25) 0
P-4002-	(22) 0	(22) 0 (1) 2	(20) 0 (1) 1
P-4000-	(20) 0	(18) 0	(21) 0
5594 -	(8) 0 (1) 2	(7) 0 (1) 2	(6) 0 (1) 1
5410 -	(15) 0	(15) 0	(10) 0
5184 -	(13) 0	(14) 0 (2) 1	(15) 0 (3) 1
5161 -	(11) 0	(9) 0	(10) 0
5157 -	(11) 0	(11) 0	(11) 0
5155 -	(20) 0	(13) 0 (3) 2	(10) 0 (5) 2
5154 -	(15) 0 (3) 2	(6) 0	(18) 0
P-4009 -	(16) 1	(15) 0 (1) 1	(16) 0 (3) 1
P-4008 -	(16) 0 (3) 1	(13) 0 (3) 1	(12) 6 (1) 1 (4) 2
P-4007 -	(22) 0	(9) 0 (11) 2	(15) 0 (3) 1
P-4006 -	(28) 0 (3) 1	(24) 0	(16) 0 (2) 2
P-4015 -	(25) 0 (4) 2	(25) 0 (5) 1	(19) 0
P-4019 -	(20) 0 (5) 1	(20) 0 (2) 2	(24) 0
P-4020 -	(21) 0	(21) 0	(23) 0
P-4021 -	(20) 0 (1) 2	(16) 0 (2) 2	(17) 0 (3) 2
P-4024 -	(23) 0 (2) 1 (1) 3	(20) 0 (2) 2	(20) 0 (4) 2
P-4026 -	(28) 0	(20) 0 (6) 2	(12) 0 (10) 1
P-4027 -	(20) 0 (3) 1	(24) 0	(23) 0
P-4030 -	(28) 0	(28) 0	(21) 0 (1) 2
P-4032 -	(18) 0 (4) 2	(25) 1	(22) 0
P-4033-	(22) 1	(28) 0	(17) 0
P-4041 -	(17) 0	(22) 0	(22) 0 (1) 2
P-4042 -	(25) 1	(24) 1	(25) 0
P-5435/7	(27) 0	(30) 1	(30) 0
5461/78 -	(35) 0	(40) 0	(48) 0
5477/78 -	(45) 1	(43) 0	(35) 0
R-130 -	(35) 0	(33) 0	(45) 0

Legenda: () broj biljaka

T1 = tegla 1 u prvoj repeticiji - T2 = tegla 2 drugoj - Tk = tegla 3 kontrola u trećoj repeticiji

a) seedling

Za umjetnu inokulaciju pšenice u seedling-u korištena je smjesa (populacija) čistih kultura *Fusarium graminearum* (*G. zeae*) dobivenih izolacijom sa uzoraka zaražene pšenice iz slijedećih lokacija: Kutjevo, Botinec (Zagreb), Vinkovci i Varaždin. Kultura gljiva bila je uzgojena na umjetnom supstratu i to krumpir-deks-troza-agaru (PDA). Suspenzija spora bila je pripravljena s destiliranom vodom, a prethodno se površinski sastrugala gljiva sa podloge, kasnije se suspenzija filtrirala kroz sito. (Vlahović, Tomasović, 1970).

Biljke u seedling-u su bile uzgajane u stakleniku kod 14-satne dnevne svjetlosti, kod 25°C, a prva umjetna inokulacija uslijedila je jedan dan nakon svjetve pšenice, i to na taj način da smo prethodno steriliziranu zemlju (supstrat) zalijevali sa suspenzijom spora koja je "vrvila" od obilja makrospora *F. graminearum*. Druga umjetna infekcija uslijedila je 8 dana nakon prve s time, da smo tom prilikom primjenili "spray" metodu, tj. suspenzijom spora tretirali smo pšenicu folijarno. Prilikom ocjenjivanja otpornosti pšenice u seedling-u prema *F. graminearum* koristili smo skalu od 0 - 5, koja se osniva na reakciji korjenovog sistema. Ocjena 5 karakterizira potpuno propadanje korjenovog sistema (nekroze i trulež). Ocjenjivanje korjenovog sistema izvršeno je nakon 15 dana od umjetne inokulacije (tablica 3).

b) umjetna inokulacija u polju

Za inokulaciju korištena je smjesa (populacija) čistih kultura, porijeklom iz istih lokacija koje su bile i za ispitivanja u seedling-u. Umjetna infekcija činjena je u dva navrata, primjenivši "spray" metodu i to u najpovoljnije vrijeme za uspješnu infekciju, tj. u fazi cvatnje pšenice. Očitavanju rezultata potrebno je pristupiti u mlječno-voštanoj zriobi pšenice. Međutim, u našem slučaju, prije samog očitavanja otpornosti pšenice prema *F. graminearum*, nastupio je period jakih kiša, te su konidije parazita bile površinski sa zaraženog klasa isprane tako da nismo mogli ocjenjivati intenzitet napada po internacionalnoj skali (0-5) (Block, 1959; Luzzardi et al., 1974; Jovičević i dr. 1979) razvojnog stadija pšenice. Međutim to je najbolje obaviti u stadiju između 11,1 i 11,3 Feekes-ove skale (Large, 1954. Zadoks et al. 1974). Zbog toga smo izvršili samo prebrojavanje zaraženih i nearaženih klasova, kako kod inficiranih redova, tako i kod kontrolnih radova (kod kojih je moglo doći do infekcije i prirodnim putem). Nakon toga pristupilo se uzimanju uzoraka zaraženih klasova (po 20 klasova), iz kojih su vršene reizolacije parazita, da se utvrdi, odnosno potvrdi species *Fusarium*-a (Vlahović, Tomasović, 1979) (Tablica 4).

Tablica 4. Rezultati očitavanja otpornosti pšenice prema *Fusarium graminearum* u odraslom stadiju - 1979. (Vlahović, Tomasović, Zagreb - Botinec, 1979)

Red. br.	Sjetveni br. 1978.	Oznaka	Broj klasova	Br. red. Kontr.	Broj zdrav. klasa.	Broj zaraž. klas.	Kontrola	
							zdrav. klas.	zaraž. klas.
1.	5000	24/77	4	1 r.k.	35	36	18	1
3.	5006	288/77	4	1 "	39	22	30	2
6.	5014	24/77	5	1 "	74	83	16	1
7.	5016	42/77	6	1 "	67	145	73	-
15.	5053	3662/77	6	1 "	122	113	83	1
18.	5060	3684/77	15	5	"	307	123	197
19.	5061	3688/77	6	1 "	170	82	61	3
23.	5063	3696/77	8	2 "	152	25	43	1
24.	5066	3718/77	2	1/2 "	57	24	24	-
25.	5067	3719/77	5	1 "	166	26	86	-
26.	5069	3720/77	7	1 "	179	21	91	4
27.	5070	3732/77	6	1 "	198	5	35	-
31.	5078	3765/77	10	3 "	296	13	187	-
32.	5079	3766/77	9	3 "	186	20	123	2
33.	5080	3772/77	9	3 "	170	20	93	5
34.	5082	3785/77	4	1 "	121	22	32	-
35.	5083	3787/77	6	1 "	289	8	89	1
36.	5085	3788/77	7	1 "	238	21	60	-
38.	5090	3816/77	2 busal bus			12	3	2
39.	5091	3820/77	7	2 r.k.	198	10	84	-
41.	5093	3825/77	1	1/3 "	11	1	10	-
42.	5094	3826/77	5	1 "	64	-	11	1
45.	5097	3837/77	6	1 "	184	22	38	-
55.	5108	3855/77	6	1 "	146	14	37	-
56.	5111	3877/77	8	2 "	289	17	79	-
60.	5117	3960/77	4	1 "	160	10	32	-
64.	5120	3551/77	6	1 "	192	36	66	4
65.		Z1. Dol.		1/3 "	38	-	18	-
67.	5129	3665/77	5	1 "	129	7	38	-
68.	5130	3683/77	6	1 "	297	20	105	1
69.	5136	3818/77	6	1 "	78	63	21	9
70.	5137	3820/77	5	1 "	183	20	34	-
72.	5140	3826/77	2	1/3 "	195	8	22	-

Red. br.	Sjetveni br. 1978.	Oznaka	Broj klasova	Br. red. Kontr.	Broj zdrav. klasa.	Broj zaraž. klas.	Kontrola	
							zdrav. klas.	zaraž. klas.
73.	5141	3826/77	8	2 "	347	-	178	-
74.	5142	3828/77	5	1 "	165	-	96	-
75.	5143	3829/77	4	1 "	153	-	58	-
76.	5144	3830/77	7	2 "	138	1	41	-
77.	5145	3831/77	8	2 "	148	4	67	-
78.	5146	3832/77	3	1 "	103	-	72	-
79.	5147	3833/77	5	1 "	103	12	30	-
80.	5148	3834/77	6	1 r.k.	357	1	79	-
81.	5149	3837/77	6	1 "	258	25	71	-
82.	5150	3836/77	2	1/3 "	101	7	50	-
85.	5154	3906/77	4	1 "	135	8	64	-
86.	5155	3956/77	4	2 "	128	11	91	1
87.	5157	3967/77	4	1 "	395	2	121	1
90.	5161	3954/77	12	1 "	776	20	89	2
91.	5165	3966/77	5	1 "	173	16	45	-
93.	5404	Jon	6	2 "	105	37	69	2
94.	5405	Tai	6	1 "	174	16	71	-
95.	5406	Thnan	9	1 "	382	22	95	2
96.	5408	Thnan	6	3 "	103	21	112	1
97.	5409	39	10	1 "	440	17	213	7
98.	5410	40	10	3 "	394	20	140	3
103.	5415	179	5	2 "	122	14	56	2
113.	5423	884/73	8	3 "	-	34	154	10
146.	5454	2779/74	5	1 "	141	10	27	-
153.	5461	2705/74	6	1 "	403	18	64	-
169.	5477	6569/76	7	1 "	187	12	55	1
173	5594	3748/77	4	1 "	251	7	63	-

Rezultati fuzarijske zaraze pšenice u 1979. godini

Identifikacija vrste *Fusarium* izoliranih s 19 različitih uzoraka zaraženih klasova pšenice pokazuje da je u nas najrašireniji uzročnik paleži klasova *Gibberella zeae* (Schw.) Petch.) = *Fusarium graminearum* Schw. u konidijskoj generaciji. (Crtež 4) (Tablica 5). Prema podacima iz literature, vidljivo je da još nije sasvim istraženo pitanje fizioloških rasa ili možda f. *specialis* ove vrste *Fusarium*, koja parazitira na strnim žitaricama, kukuruzu, te na drugim domaćinima. Mišljenja smo, da u nas postoje fiziološke rase koje napadaju pšenicu i kukuruz.

Kako u tlu ostaje sve više zaraženih ostataka kukuruza, u vlažnim godinama infekcije pšenice je moguća s tih ostataka na kojima gljiva sporulira kroz čitavu vegetaciju. Svakako da je novo područje rada utvrditi fiziološke rase *F. graminearum* u nas.

Tablica 5. Pregled vrsta *Fusarium* uzročnika paleži klasa pšenice u 1979. godini

Red. br.	Sorta	Lokalitet	Vrste <i>Fusarium</i>
1.	Linija	Botinec	<i>F. graminearum</i>
2.	Zlatna dolina	Bečej	<i>F. graminearum</i>
3.	Libellula	Pitomača	<i>F. graminearum</i>
4.	Zlatna dolina	Vinkovci	<i>F. graminearum</i>
5.	CL	Osijek	<i>F. graminearum</i>
6.	Zlatna dolina	Čazma	<i>F. graminearum</i>
7.	Zlatna dolina	Kutjevo	<i>F. graminearum</i>
8.	Nova Marijana	Ivanić Grad	<i>F. nivale</i>
9.	Obilje 2469	Rugvica	<i>F. graminearum</i>
10.	Zlatna dolina	Rugvica	<i>F. graminearum</i>
11.	R 130	Rugvica	<i>F. graminearum</i>
12.	Bistra	Pitomača	<i>F. graminearum</i>
13.	Bistra	Rugvica	<i>F. graminearum</i>
14.	Super Zlatna	Kutjevo	<i>F. graminearum</i>
15.	Super Zlatna	Botinec	<i>F. graminearum</i>
16.	Bistra	Varaždin	<i>F. graminearum</i>
17.	Vernal	Osijek	<i>F. graminearum</i>
18.	Granka 3452/77	Rugvica	<i>F. graminearum</i>
19.	Bistra	Čazma	<i>F. graminearum</i>

Podaci umjetne infekcije bili su naročito uspješni u poljskom pokusu u kojem su inficirani klasovi. Uspješan rezultat umjetne infekcije klasova pšenice potvrđuju i laboratorijske analize. Iz zaraženih klasova pšenice u poljskom pokusu, izdvojena su zrna i ispitana njihova klijavost i zdravstveno stanje. Zaraženost sjemena je bila u velikom postotku. Zaraza je zahvatila ne samo pljevice, klasno vreteno, već se proširila i na sjeme. Utvrđeno je, da su zrna koja nisu klijala bila skoro 100% zaražena s *Fusarium graminearum* Schw. Fuzarijska zaraza je utvrđena i na kontrolnim biljkama, kod čega je potrebno da su kontrolne biljke prostorno udaljene (M i l a t o v i ć, 1979). (Tablica 6).

Tablica 6. Rezultati laboratorijske analize sjemena sa umjetno inficirane pšenice s *Fusarium graminearum* u 1979. godini

Red. br. pokusa Botinec	Oznaka uzorka	Broj zaraženih klasova	Klijavost i zdravstveno stanje
64	3551/7	20	Klijavost 80% F. <i>graminearum</i> 60%
64	3551/77 Kontrola	4	Klijavost 96% F. <i>graminearum</i> 42 %
67	3665/77	7	Klijavost 89 % F. <i>graminearum</i> 12 %
68	3683/77	20	Klijavost 86 % F. <i>graminearum</i> 44 %
68	3684/77 Kontrola	1	Klijavost 73% F. <i>graminearum</i> 30%
69	3813/77	20	Klijavost 58% F. <i>graminearum</i> 51%
69	3818/77 Kontrola	9	Klijavost 88% F. <i>graminearum</i> 7%
70	3020/77	20	Klijavost 76% F. <i>graminearum</i> 65%
72	3826/77	8	Klijavost 86% F. <i>graminearum</i> 44%
76	3830/77	1	Klijavost 70% F. <i>graminearum</i> 80%
77	3831/77	4	Klijavost 97% F. <i>graminearum</i> 73%
79	3833/77	12	Klijavost 83 % F. <i>graminearum</i> 18 %
80	3834/77	1	Klijavost 80% F. <i>graminearum</i> 80%
87	3967/77	2	Klijavost 99% F. <i>graminearum</i> 0%
87	3967/77 Kontrola	1	Klijavost 80% F. <i>graminearum</i> 48%
87	3967/77 Kontrola	1	Klijavost 80% F. <i>graminearum</i> 0%
91	3966/77	16	Klijavost 71% F. <i>graminearum</i> 48%
93	Yan 5404	20	Klijavost 22% F. <i>graminearum</i> 68%
93	Yan 5404 Kontrola	2	Klijavost 26% F. <i>graminearum</i> 12%
94	5405 Tai	16	Klijavost 47% F. <i>graminearum</i> 43 %
95	Thnan 5406	20	Klijavost 34% F. <i>graminearum</i> 58%
95	Iihnan 5406 Kontrola	2	Klijavost 60% F. <i>graminearum</i> 40%
96	Iihnan 5408	20	Klijavost 20% F. <i>graminearum</i> 87%
97	39	17	Klijavost 39% F. <i>graminearum</i> 56%
97	39 Kontrola	7	Klijavost 63% F. <i>graminearum</i> 13%
98	40 Kontrola	3	Klijavost 40% F. <i>graminearum</i> 36&
103	179	14	Klijavost 74% F. <i>graminearum</i> 18%
103	179 Kontrola	1	Klijavost 34% F. <i>graminearum</i> 56%
146	2779/74	10	Klijavost 56% F. <i>graminearum</i> 48%
169	6569/76	12	Klijavost 66% F. <i>graminearum</i> 45%

Rezultati fuzarijske zaraze pšenice u 1980. godini

Između 18 izolacija *Gibberella zeae* (= *Fusarium graminearum* Schw.) postoji razlika u virulentnosti na rast i sporulaciju gljive u čistoj kulturi. Nešto je izraženija razlika izolata prema jačini sporulacije. Ispitani su uzročnici paleži klasova na 35 različitih uzoraka zaraženih klasova, prikupljenih 1980. godine na raznim lokalitetima. Dosadašnja ispitivanja uzročnika paleži klasa pšenice, pokazuje da je u nas *Gibberella zeae* (= *F. graminearum* Schw.) u konidijskoj generaciji glavni i najrašireniji uzročnik ove bolesti. (Tablica 7).

F. graminearum Schw. uzročnik je paleži klasa, paleži klice i truleži korijena pšenice. Pšenica se sije najčešće iza kukuruza na kojem ista gljiva uzrokuje trulež korijena, stabljike i klipa, pa i palež klice kukuruza. U tlu postoji dovoljno izvora za nove infekcije. Gljiva obilno sporulira na zaraženim ostacima odakle spore inficiraju klasove pšenice. U kolikoj je mjeri kukuruz izvor zaraze, bilo bi potrebno utvrditi daljnjim ispitivanjem odnosno ispitati mogućnost prelaza *F. graminearum* s pšenice na kukuruz i obrnuto.

Fusarium nivale je druga vrsta *Fusarium*-a koja u nas može uzrokovati palež klasa. Prenosi se zaraženim sjemenom. I ova vrsta pokazala se vrlo štetnom uzročnikom bolesti pšenice kao i snježna pljesan (M i l a t o v i ć, 1980).

Osvrt na metodiku umjetne infekcije fuzarioze klasa (*Fusarium graminearum* Schw.) pšenice u poljskim uvjetima u Institutu za oplemenjivanje i proizvodnju bilja Zagreb.

Sakupljanjem literature (metoda umjetne infekcije), te izvora otpornosti (tolerantnosti) započelo se već 1976. i 1977. godine, a 1978. godine je oformljen program oplemenjivanja pšenice prema fuzariozi klasa (*Fusarium graminearum* Schw.).

Tako smo prvi u zemlji vrlo ozbiljno pristupili oplemenjivačkom programu prema datoj bolesti, a što je ujedno i dopuna programa oplemenjivanja ozime pšenice Instituta. Sorte primaoci (recurent sorte) su sorte i linije ranozrele, polupatuljasste i otporne na rđe, pepelnicu i septorioze kreirane u ranijim fazama oplemenjivačkog rada (visokorodne sorte ozime pšenice).

U početku rada najprije smo odabrali za ispitivanje vlastiti materijal, te domaći materijal iz drugih selekcijskih kuća kao i strani materijal. Prije svjetve sjeme se pregledavalo u laboratoriju, kod čega se brojilo zrna označujući ih bolesnim odnosno zdravim. Potom je vršeno vaganje sjemena. Sjeme se nije zaprašivalo s ciljem da se prati razvoj i uspoređuju biljčice iz bolesnih odnosno zdravih zrna. Kod toga javljale su se znatne razlike. Većina izniklih biljki su bile slabe (kržljive), a kod nekih se javljala tzv. rozeta (biljke nisu prelazile u generativni stadij razvoja), rozeta (biljke nisu prelazile u generativni stadij razvoja). Bolesne biljčice su bile uglavnom niže i kasnije kada se pojavio klas, javljali su se simptomi fuzarioze klasa. Takve biljke su se čupale u žetvi, te se vršila analiza buseva i klasova.

Tablica 7. Pregled uzročnika paleži klasa pšenice u 1980. g.

Red. br.	Sorte	Lokalitet	Uzročnik
1.	Libellula	Pitomača	Fusarium graminearum
2.	Mačvanka	Vinkovci	Fusarium graminearum
3.	K-17	Pitomača	Fusarium graminearum
4.	Baranjka	Kneževo	Fusarium graminearum
5.	Super Zlatna	Pitomača Škraklje	Fusarium graminearum
6.	Goranka	Božjakovina	Fusarium graminearum
7.	Dika	Otok-Vinkovci	Fusarium graminearum
8.	Miljenka	Kneževo	Fusarium graminearum
9.	Dika	Otok-Vinkovci	Fusarium graminearum
10.	Osječka 20	Vinkovci-Sopot	Fusarium graminearum
11.	Libellula	Pitomača	Fusarium graminearum
12.	Dika	Otok-Vinkovci	Fusarium graminearum
13.	Nova Marjana	Trenkovo	Fusarium graminearum
14.	Zg 632/70	Pitomača	Fusarium graminearum
15.	Zlatna dolina	Severin na Kupi	Fusarium graminearum
16.	Dika	Otok-Vinkovci	Fusarium graminearum
17.	Nova Zlatna	Vukovar	Fusarium graminearum
18.	Dobra SE	Sopot-Vinkovci	Fusarium graminearum
19.	Nova Marjana	Vinkovci	Fusarium graminearum
20.	Baranjka	Kneževo	Fusarium graminearum
21.	Vučedolka	Ovčara	Fusarium graminearum
22.	Dika	Sopot-Vinkovci	Fusarium graminearum
23.	Nova Zlatna SE	Vukovar	Fusarium graminearum
24.	Dika	Vinkovci-Sopot	Nije Fusarium
25.	Dika	Vinkovci-Otok	Nije Fusarium
26.	Novosadska rana	Bačka Topola	Fusarium graminearum
27.	Nova Zlatna	Vukovar	Nije Fusarium
28.	Zg 6569/76	Vukovar	Fusarium graminearum
29.	Baranjka	Kneževo	Nije Fusarium
30.	Zg 6881	Kneževo	Nije Fusarium
31.	Baranjka	Kneževo	Fusarium graminearum
32.	Dika SE	Vinkovci	Fusarium graminearum
33.	Roason	Kneževo	Fusarium graminearum
34.	Vučedolka SE	Vukovar	Nije Fusarium
35.	Miljenka	Kneževo	Fusarium graminearum

Kada je kukuruz u plodosmjenu s pšenicom bio vrlo čest (vrlo uzak sistem plodoređa) i imajući u vidu činjenicu da obe kulture napada isti patogen, kod sjetve pšenice kao predkulture smo često koristili kukuruz (rani hibridi), dr. Statstny, a kasnije vrlo sojetljivu liniju W 117 o2 o2 (opaque linija) (Statstny, osobna komunikacija). Materijal se također sijao iza hibrida kukuruza na kojima je vršena umjetna infekcija klipa (metoda čačkalica). Prilikom sjetve pšenice dodavani su po površini u redove inficirani ostaci stabljike kukuruza i klipa (usitnjeni) u svrhu širenja zaraze na mlade biljke pšenice. To je bila infekcija zaraženim ostacima s površine tla.

Osim naprijed navedenih infekcija, radili smo na usaglašavanju metodike umjetne infekcije klasa u odraslom stadiju na polju (vrijeme cvatnje pšenice). U početku radili smo u suradnji s prof. dr. Ivankom Milatović (Institut za zaštitu bilja Zagreb). Dobili smo kulturu gljive sa Fakulteta tako da je najprije suspenzija za tretiranje klasova dobivena iz inokuluma iz čiste kulture. U tom periodu tretirao se mali obim materijala. Infekcija je izvedena u večernim satima (zbog veće vlažnosti i zbog pojave jutarnjih rosa). Inficirani klasovi su pokriveni najlonskim vrećicama odnosno pergament papirom, a što se u većini slučajeva čini i u svijetu. Iza toga smo povećali obim ispitivanog materijala i to tako da smo dvije trećine materijala tretirali, a jednu trećinu smo imali za kontrolu. Međutim, kod ovog načina pošto su tretirani i netretirani materijali bili vrlo blizu jedan drugog, postojala je veća mogućnost prenošenja spora patogena sa tretiranog na netretirani materijal. Slijedilo je daljnje usavršavanje metodike umjetne infekcije. Na materijalu, koji se tretirao cisternom se dovozila veća količina vode koje se izlivala na površinu zemlje da se stvori veća vlažnost (mikroklima). Na željezne šipke bio je postavljen najlon. Tretirani materijal u fazi cvatnje je imao dovoljnu temperaturu (preko 25°C), a dodatnim pokrivanjem najlonom (nije bio proziran) i sa većom količinom vode, nastalo je isparavanje, te se temperatura još više povećala. Predosjećajući da pšenice neće moći izdržati stvorenu vlagu, a ni temperaturu, imalo je za posljedicu uništenje materijala za svega par sati. Biljke su naprosto požutjele (izgorile).

Nakon svega ovog, materijale smo razdjelili u dva dijela (tretirani i netretirani). Stavili smo ih u prostornu izolaciju (udaljenost veća od 200 m - prenošenje spora patogena Fusarium).

Pokusi nisu bili od tada tretirani na naprijed navedeni način. Naime, tretirali smo ih u kasnim večernjim satima i bez pokrivanja. Ovaj način tretiranja pokazao se vrlo efikasnim. Pokusi umjetne infekcije bili su vrlo uspješni, tim više ako je tretiranje obavljeno pravovremeno (puna cvatnja pšenice i ako su bili zadovoljeni uvjeti temperature i vlage. Ova metoda tretiranja klasova ("spray-metoda") je danas usaglašena i vrlo je efikasna. Koristimo je na veliko na našem pokusnom materijalu. Na usaglašavanju (modifikaciji) ove metode smo dugo radili. Na ovom je radilo nekoliko stručnjaka-specijalista (fitopatologa- selekcionera: prof. dr. Ivanka Milatović, mr. Viktorija Vlahović, dr. Slobodan Tomasović, dr. Bogdan Korić, dr. Branko Palaveršić).

Kada smo radili s manjim obimom materijala inokulum za umjetnu infekciju smo koristili iz čiste kulture gljive. Kako se obim materijala povećavao, to smo za pokuse umjetne infekcije koristili populaciju spora patogena (bilo je pomiješano nekoliko izolata iz šireg uzgojnog područja pšenice) (crtež 4). Miješali smo najbolje izolate izolirane na više lokacija. Medij za umnažanje inokuluma u početku smo imali na agraru (kada smo imali čistu kulturu gljive) što je bilo vrlo skupo. Kasnije kako smo povećavali obim tretiranog materijala, mijenjali smo i medije za umnažanje inokuluma. Poslije agrara (PDA), koristili smo pljevu pšenice, te smo se zadržali na zrnu pšenice kao najekonomičnijem mediju. Ovim je dobivena velika količina inokuluma odnosno populacija spora patogena za tretiranje klasova (*Fusarium graminearum* Schw.).

Crtež 4. Lokacije na kojima su sakupljeni uzorci bolesti *Fusarium graminearum*



Formiranje rasadnika *Fusarium-a*

U rasadniku (test-materijal) uz ispitivani materijal se stavljaju vrlo osjetljive kontrole, kao i izvori otpornosti (tolerantnosti) (2-3 materijala), koji se češće ponavljaju. Materijali se siju uobičajenom metodikom. U rasadnik se stavljaju u borderi sa strane u 2-3 reda, koji su žarišta infekcije.

UMJESTO ZAKLJUČKA

Rod *Fusarium* spada u red gljiva Fungi imperfecti (Deuteromyceteae) i u potklasu Melanconiales.

Bolest koju prouzrokuje patogen *Fusarium* je bolest "tropika", tj. pojavi patogena pogoduju visoke temperature (optimalna temperatura za razvoj patogena je između 24 i 26°C) i velika vlažnost zraka (relativna vlaga zraka preko 85%).

Karakteristični znaci bolesti kod pšenice se očituju u vidu blijeđenja klasova, po čemu je bolest i dobila naziv "bijeli klasovi" (scab). Na klasovima se formiraju ružičaste naslage (micelij gljive) karakteristične za ovu bolest.

Fusarium spp. (*F. graminearum* Schw.) je jedan od predstavnika gljiva iz roda *Fusarium*, koji spada u grupu fakultativnih parazita prezimljujući na zaraženim ostacima raznog kulturnog bilja prvenstveno kukuruza i strnih žitarica.

Patogen *Fusarium graminearum* Schw. je konidijski stadij roda *Gibberella zeae* (Schw.) Petch. Konidijski stadij gljive je stadij u kojem se patogen održava. Međutim, patogen može da se održava i na pljevicama klasa pšenice, gdje nastaju periteciji, a u kojima se stvaraju ascospore (ascomicetni stadij, *Gibberella zeae* (Schw.) Petch.).

Patogen napada pšenicu u dvije faze: primarna i sekundarna faza zaraze. Primarna zaraza napada krunu korijena i podnožje vlati i u prvi mah teško ju je razlikovati od ostalih sličnih bolesti podnožja busa. Sekundarna faza zaraze je daleko lakše uočljiva, a zarazu prenose zračne struje (vjetar) u vidu konidija i ascospora. Ova zaraza je puno opasnija, jer jedna primarno oboljela biljka svojim obiljem spora može zaraziti veliki broj klasova, a da biljka još uvijek ostaje zelena.

Palež klasova pšenice (scab, head blight - FHB) je karakteristično oboljenje pšenice, gdje se zaraza prenosi sjemenom i putem tla.

U vezi zaštite pšenice od napada patogena *Fusarium graminearum* Schw., zarazu putem sjemena je lakše kontrolirati (selektiranje i sjetva zaprašenog sjemena), dok je zaštitu kada se patogen širi putem tla teže izvoditi. Preporučuje se primjena prikladnog plodoređa, sjetva zdravog i tretiranog sjemena. Najbolji način zaštite pšenice od patogena je kreiranje otpornih odnosno tolerantnih sorti pšenice.

U vezi iznalaženja otpornosti (tolerantnosti) pšenice prema spomenutom patogenu, najbolje je inkorporirati gene otpornosti (tolerantnosti) u postojeće visokoproduktivne genotipove pšenice u vidu horizontalne otpornosti radije nego vertikalne, pošto je model nasljeđivanja prema datoj bolesti poligenetski.

Od metoda križanja preporučuje se najčešće povratno i dialelno križanje primjenom rekurentne selekcije.

Bolest koju prouzrokuje *Fusarium*, prvi put je opisana 1884. godine (*Fusarium culmorum* /W. G. Sm. /Sacc.) u Engleskoj i nazvana je "šuga pšenice" ("wheat scab").

Ocjenjivanja intenziteta napada klasova pšenice patogenom *Fusarium graminearum* Schw. po internacionalnoj skali (0-5), najbolje je obaviti u stadiju između 11.1 i 11.3 Feekes-ove skale razvojnog stadija pšenice kako u stakleniku, tako i na polju u uvjetima prirodne i umjetne infekcije. U laboratoriju je potrebno

izvršiti selekciju materijala po zrnu.

Bolest koju prouzrokuje *Fusarium*, posebno *F. graminearum* Schw. je danas vrlo aktualna bolest u širokoj poljoprivrednoj praksi diljem naše zemlje. Nanosi znatne gubitke u vidu sniženja uroda pšenice a koji se mogu kretati od 20-50%, pa i više, ovisno o genotipu i utjecaju vanjskih faktora.

Kod nas se bolest *Fusarium* spp. pojavila 50-tih godina u manjem iznosu, ali bolest se počela širiti osobito 70-tih godina u znatnom obimu, pošto je ova bolest u uskoj vezi sa visokoproduktivnim genotipovima pšenice i primjenom vrlo intenzivne agrotehnike.

LITERATURA - REFERENCES

1. Agrios, G. N. (1978): Plant Pathology. Academic Press, Inc., NY
2. Bayer Pflanzenschutz-Leverkusen: Bolesti žitarica.
3. Block, G. (1959): Untersuchungen über die Braunfleckigkeit (Spelzenbraune) des Weizens (*Septoria nodorum* Berk.), insbesondere in bezug auf Infektionsbedingungen, Sortenanfalligkeit und wirtschaftliche Bedeutung des Pilzes. Zeitschr. Acker- u. Pfl. bau 107, 435-458.
4. Booth, C. (1971): The genus *Fusarium*. Common. Mycol. Institute, Kew, Surrey, C. A. B., England.
5. Cook, R. J. (1973): Influence of low plant and soil water potentials on diseases caused by soilborne fungi. Phytopathology 63:451-458.
6. Čizmić, I. (1986): Fuzarioze pšenice i njihovo suzbijanje. Bilten "Poljodobra", Br. 3, Zagreb.
7. Feekes, W. (1941): De Tarwe en haar milien vers. XVII. Tech. Tarwe Comm. Groningen, 560-1.
8. Jones, D. G. and Clifford, B. C. (1983): Cereal Diseases. Their Pathology and Control. A Wiley-Interscience Publication. John Wiley and Sons. Chichester-New York-Brisbane-Toronto- Singapore.
9. Jovičević, B. i Sultan, M. (1979): Uticaj fuzariozne plesnivosti klipa na prinose kukuruza. Zaštita bilja, Vol. XXX (3), No. 149, 223-228, Beograd.
10. Kišpatić, J. (1985): Opća fitopatologija, Zagreb.
11. Korić, B., Tomasović, S. (1989): Utjecaj gljive *Fusarium graminearum* Schw. na sniženje uroda pšenice. Agronomski glasnik br. 3, 49-53, Zagreb.
12. Korić, B., Mlinar, R., Tomasović, S., Javor, P., Vlahović, V. (1989): Oplemenjivanje pšenice na otpornost prema bolestima u Institutu za oplemenjivanje i proizvodnju bilja u Zagrebu. Glasnik zaštite bilja, br. 6, 228-233, Zagreb.
13. Korić, Svetka (1970): Bijeli klasovi - opasna bolest pšenice. Bilten "Poljodobra" - Hrvatske, Godina 18, Br. 10, Zagreb.
14. Kovačević, Ž., Kišpatić, J., Panjan, M., Maceljki, M. (1968): Bolesti i štetnici ratarskog bilja, Zagreb.
15. Large, E. C. (1954): Growth stages in cereals. Illustration of the Feekes scale. Plant Pathology 3: 128-129.
16. Luzzardi, G. C., Pierobom, C. R., Osorio, E. A., Moreira, J. C. S., Wetzels, e

- M. M. V. S., Dias, e J. C. D. (1974): Melhoramento de trigo para Resistancia a Gibberella. Anais de I. Reuniao Latinoamericana de trigo. Porto Alegre, R. S. 117, 121.
17. Marić, A. (1983): Fuzarioze pšenice (*Fusarium* spp.). Iz priručnika izvještajne i prognozne službe zaštite poljoprivrednih kultura. Savez društava za zaštitu bilja Jugoslavije, Beograd.
 18. Milatović, Ivanka (1967): Uzročnici truleži klipova kukuruza na području SR Hrvatske. Poljoprivredna znanstvena smotra 24 (7): 3-9, Zagreb.
 19. Milatović, Ivanka (1969): Bolesti korjena i prizemnog dijela stabljike kukuruza na području SR Hrvatske. Zbornik radova Savjetovanja o novijim dostignućima u zaštiti bilja, br. 13-14, II Zagreb.
 20. Milatović, Ivanka (1978-1980): Ispitivanje otpornosti pšenice prema *Fusarium* spp. u uvjetima umjetne infekcije. Izvještaji po ugovoru između Instituta za zaštitu bilja i Instituta za oplemenjivanje i proizvodnju bilja, Zagreb.
 21. Milatović, Ivanka (1980): Osnovi sistematike i determinacije gljiva za studente postdiplomskog studija, Institut za zaštitu bilja, 61-63, Zagreb.
 22. Milatović, I., Vlahović, V., Tomasović, S. (1982): Otpornost klasova pšenice prema *Fusarium graminearum* Schw. Zaštita bilja, Vol. 33(4), br. 162, 389-396, Beograd.
 23. Mutanola-Cvetković, M. (1987): Opšta mikologija, Beograd. Str. 19-53.
 24. Nelson, P. E., Toussoun, T. A. and Marasas, W. F. O. (1983): *Fusarium* species. An Illustrated Manual for Identification. The Pennsylvania State University Press, University Park and London.
 25. Quisenberry, K. S. and Reitz, L. P. (1967): Wheat and wheat improvement. Chapter 11. Diseases other than Rust, smut, and Virus by G. W. Bruehl, 375-410. Number 13. Amer. Soc. of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, SAD.
 26. Sartori, J. E., Fernandes, J. M. C., and Picinici, E. C. (1981): Evaluation of Resistance to scab (*Gibberella zeae*) on wheat. Annual Wheat Newsletter, Vol. 27, Kansas State University and Canada Department of Agriculture, 39.
 27. Smith, W. C. (1884): Diseases of field and Garden Crops. P. 209, London.
 28. Tomasović, S., Vlahović, V., Milatović, I. (1979-1980): Izvještaj SIZ-u IV po temi: "Oplemenjivanje pšenice prema *Fusarium* spp. i ispitivanje odnosa pšenice prema spomenutom patogenu", Zagreb.
 29. 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. (= Plant Pathology Seminar 17. travanj 1979, Ames, Iowa, SAD).
 30. Tomasović, S. (1983): Poboljšanje otpornosti pšenice (*Triticum aestivum* ssp. vulgare) prema *Fusarium* ssp. primjenom rekurentne selekcije. Glasnik zaštite bilja, br. 5, 165-168, Zagreb.
 31. Tomasović, S. (1983): Problem fuzarijske paleži klasa (*Fusarium graminearum* Schw.) kod pšenice. Glasnik zaštite bilja, br. 9, 354-357, Zagreb.

32. Tomasović, S. (1984): Problem napada pšenice (*Triticum aestivum* ssp. vulgare) bolešću *Fusarium* ssp. osobito *Fusarium graminearum* Schwabe vezan uzgojem visokorodnih sorti i primjenom vrlo intenzivne agrotehlike. Bilten "Poljodobra", Br. 1, 13-17, Zagreb.
33. Tomasović, S. (1986): Ostvarenja u oplemenjivanju Zg-pšenica ozimog tipa. Bilten "Poljodobra", Br. 2, 19-24, Zagreb.
34. 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.
35. Tomasović, S. (1986): Najvažnija svojstva ozimih Zg-pšenica s kratkim osvrtom na otpornost prema *Fusarium graminearum* Schw. Semenarstvo, Br. 9, 213-216, Zagreb.
36. Tomasović, S. and Vlahović, V. (1986): Head Blight (*Fusarium graminearum* Schw.) in Wheat Ann. Wheat Newsletter Vol. 32, 192- 195, Colorado State University, Fort Collins, CO. SAD and Canada Department of Agriculture.
37. Tomasović, S. and Vlahović, V. (1986): Investigations of the sources of resistance in wheat to *Fusarium graminearum* Schw. 4th International Wheat Conference, Rabat, 2-5.5. Morocco.
38. Tomasović, S. (1987): Fuzarioze pšenice s posebnim osvrtom na fuzarioze klasa (*Fusarium graminearum* Schw.). Agronomski glasnik, Br. 4, 47-55, Zagreb.
39. Tomasović, S. (1990): Oplemenjivanje pšenice na otpornost prema fuzarijskoj paleži klasa (*Fusarium graminearum* Schw.). Glasnik zaštite bilja, Br. 5, str. 194-198, Zagreb.
40. Tomasović, S., Vlahović, V., Matijašević, M., Sesar, B. (1991): Oplemenjivanje pšenice na otpornost prema fuzariozama klasa (palež klasa). Sjemenarstvo, Br. 2, 67-76, Zagreb.
41. Tomasović, S. (1991): Poboljšanje izvora otpornosti novih linija pšenice (*Triticum aestivum* ssp. vulgare) na fuzarijsku palež klasa (*Fusarium graminearum* Schw.). Doktorska disertacija, 116 s.
42. Tomasović, S. (1993): Fuzarijska oboljenja pšenice (*Fusarium* ssp.). Glasnik zaštite bilja, br. 7-8, str. 230-238, Zagreb.
43. Wiese, M. V. (1977): Compendium of Wheat Diseases. The Amer. Phytopathol. Soc., St. Paul, MN.
44. Zadoks, J. C., Chang, T. T., Konzak, C. F. (1974): A decimal code for the growth stages of cereals, Weed Res. 14, 415-421.