

TAKSONOMSKE I PATOLOŠKE KARAKTERISTIKE RODA *Fusarium*

Ž. JURJEVIĆ, B. CVJETKOVIĆ I T. MILIČEVIĆ

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Zavod za fitopatologiju  
Faculty of Agriculture University of Zagreb  
Department of Phitopathology

## SAŽETAK

Rod *Fusarium* široko je rasprostranjen i obuhvaća brojne vrste, varijetete, koji se međusobno manje ili više razlikuju prema morfološkim, fiziološkim odlikama kao i patogenosti. Rasprostranjenost vrsta *Fusarium* ovisi o domaćinu, geografskim i ekološkim uvjetima. U Hrvatskoj su prva sustavna istraživanja roda *Fusarium* počela na kukuruзу (Milatović, 1969.), a nastavljena su vezano na selekciju kukuruza i otpornost prema lomu stabljike (Palaveršić 1983.). U pogledu zaraze zrnju kukuruza najdetaljnija su istraživanja provedena na uzorcima iz različitih tipova skladišta (Lušin, 1980.a,b.) i polja (Jurjević i sur, 2000.), a uz *Fusarium* vrste nađene su i druge vrste mikroglijiva.

## GOSPODARSKO ZNAČENJE

Jedan od prvih zapisa o postojanju *Fusariuma* je zapis starih Asteka o propadanju klipa kukuruza kojeg je u Meksiku pronašao jedan franjevac u 16. stoljeću. Fitopatolozi su saznali da se lokalno stanovništvo za bolest izazvanu *Fusariumom* koristi nazivom koji bi se mogao prevesti kao crvena i bijela plijesan. Patogen je prvi put znanstveno opisao Link 1809. godine, nakon što je ustanovljena moderna znanstvena terminologija.

*Fusarium* vrste dijele se prema domaćinu u tri skupine: 1. uzročnike biljnih bolesti, 2. uzročnike kvarenja proizvoda u skladištima, 3. uzročnike bolesti kod čovjeka i životinja.

Jedna od prvih istraženih biljnih bolesti izazvanih *Fusarium* vrstama je bolest izazvana vrstom *F. oxysporum* koju je opisao Atkinson 1892. (Marasas i sur.1984.). Rod *Fusarium* ima više vrsta koje mogu uzrokovati propadanje stabljike i klipa, koje se prenosi i na klijance kukuruza (Marasas i sur. 1979., Cassini 1981.).

Prva istraživanja propadanja krumpira u skladištu, započeo je Martius 1842. Glavni uzrok propadanja krumpira je glijva *Fusiporium solani*, kasnije nazvana *Fusarium solani* (Mart) Sacc.

Poznato je da neke vrste *Fusariuma* stvaraju mikotoksine koji mogu negativno utjecati na rast, razvoj i razmnožavanje životinja, te stoga imaju veliko gospodarsko značenje. Neki od tih mikotoksina (fumonizini, trichoteceni i dr.) mogu se naći preko jaja, mlijeka, mesa i mesnih prerađevina u prehrambenom lancu ljudi (Sydenham, 1993., Marasas 1996., Placinta i sur. 1999.), te na taj način ugroziti ljudsko zdravlje.

#### SEKCIJA LISEOLA (WOLLENW. & REINK.)

Prema Nelsonu i sur. (1983.) razlikuje se 16 *Fusarium* sekcija: Arachnites, Arthrosporiella, Discolor, Elegans, Eupionnotes, Gibbosum, Lateritium, Liseola, Macroconia, Martiella, Pseudomicrocera, Roseum, Spicarioides, Sporotrichiella, Submicrocera, Ventricosum.

Sekcija Liseola (Wollenweber i Reinking) jedna je od najvažnijih sekcija *Fusariuma* koje rastu na kukuruзу. Prema Nelsonu i sur. 1983., u sekciji su četiri vrste koje mogu producirati toksine: *F. verticillioides* (Sacc.) Nirenberg (sin. *F. moniliiforme* Sheldon), *F. proliferatum* (Matsushima) Nirenberg, *F. subglutinans* (Wollenweber i Reinking) Nelson, Toussoun & Marasas, *F. anthophilum* (A. Braun) Wollenweber Odsustvo hlamidospora, oblik mikro i makrokonidija, kao i pigmentacija substrata, najvažnija su obilježja te sekcije, kako u prijašnjim, tako i u sadašnjim klasifikacijama *Fusarium* vrsta (Wollenweber i Reinking 1935., Snyder i Hansen 1945., Messian i Cassini 1968., Booth 1971., 1975., 1984., Nirenberg 1981. i Nelson i sur. 1983.). Najvažnija vrsta sekcije Liseola je *F. verticillioides* (Nelson i sur. 1983.). *F. verticillioides* je prvi opisao Saccardo, 1881. godine, pod nazivom *Oospora verticillioides* (Sacc), a izolirao ga je s kukuruza u Italiji. Ta je vrsta *Fusariuma* raširena širom svijeta, na različitim biljnim vrstama. Osim toga, to je jedna od najraširenijih gljiva u većini područja gdje se uzgaja kukuruz.

Sekcija Liseola prema Wollenweberu i Reinkingu (1935. godine) imala je 6 vrsta. Pojedini autori su povećali, a neki smanjili broj vrsta (Tablica 1).

Predloženo je uvođenje nove sekcije Dlaminiela koja sadrži nove vrste *F. dlamini*, *F. napiforme*, *F. boemiforme* i *F. nygamai* (Burgess i sur. 1986., Marasas i sur. 1995., 1987., Nelson i sur. 1987.). Ta je sekcija imenovana nakon što je opisana vrsta *F. dlamini* (Marasas i sur. 1985.), a sliči sekciji Liseola (mikrokonidije u lancima) i sekciji Elegans (stvaranje hlamidospora). Je li zaista riječ o novoj sekciji treba još dokazati.

Danas se najčešće koristi "ključ" Nelson, Toussoun i Marasas iz 1983. god. Za točno i sigurno određivanje *Fusarium* vrsta katkad je potrebno uključiti prednosti drugih predloženih ključeva.

### ODNOS IZMEĐU SAVRŠENOG (TELEOMORF) I NESAVRŠENOG (ANAMORF) STADIJA I NJEGOVO ZNAČENJE U TAKSONOMIJI

Zbog brojnih razlika u taksonomiji i nomenklaturi sekcije *Liseola*, moguće su pogreške u identifikaciji, što otežava praćenje znanstvene literature. Stoga su neki autori ukazali na važnost bioloških tipova za razlikovanje vrsta (Leslie i sur. 1991., 1992., 1996., Gordon 1954., 1961.). Svi poznati savršeni (peritecijski) stadiji roda *Fusarium* (*Nectria*, *Calonectria* i *Gibberella*) pripadaju redu Hypocreales.

Odvajanje roda *Calonectria* od ostala dva roda nije najbolje definirano. Rod *Gibberella* uključuje uglavnom vrste koje imaju askospore najčešće s dvije ili više septi, a askusi se nalaze u ljubičastim ili tamnoplavim peritecijima (Windels 1991., Sidhu 1985.). Rod *Nectria* stvara jednostanične do višestanične askospore, koje se nalaze u askusima odnosno peritecijima blago narančaste ili svijetlocrvene do smeđe boje. Dosad opisani teleomorfi 14 *Fusarium* vrsta svrstani su u 11 sekcija. Savršeni stadiji sekcija *Elegans* i *Arthrosporilla* nisu još poznati (Windels 1991.). Savršeni stadiji *Fusarium* vrsta iz sekcije *Liseola* povezani su s vrstom *Gibberella fujikuroi*. Kuhlman je 1982. opisao različite varijetete *Gibberella fujikuroi* s nesavršenim stadijem (anamorfom) u *Fusarium* sekciji *Liseola*. Nakon ispitivanja varijeteta na hranjivim podlogama ("Difco lima bean agar", "V-8 juice agar" i krumpir dekstroza agar - KDA), utvrđeno je da je V-8 juice agar najbolja podloga za većinu križanja. Njegova metoda inokulacije zasniva se na razlijevanju 1.0 ml 14 dana starog donora (+) (suspencija spora u prosjeku  $10^6$ ) na 14 dana stari ženski izolat (-). Radeći na taj način, opisao je 4 varijeteta *G. fujikuroi* koja su se razlikovala po izgledu askospora, veličini peritecija, tipu fikalida i izgledu, odnosno formaciji mikrokonidija. *Gibberella fujikuroi* var. *fujikuroi* jedino je nađen na riži, ima malene askospore i peritecije, a mikrokonidije se stvaraju na fikalidama ili lažnim glavicama u lancima. Velike askospore, srednje veliki periteciji, prisustvo polifikalida i mikrokonidija, samo u obliku "lažnih glavica", karakteristika je *Gibberella fujikuroi* var. *subglutinans*. Velike askospore i periteciji s fikalidama na kojima se stvaraju mikrokonidije u lancima, kao i veliki broj različitih domaćina, obilježje su *G. fujikuroi* var. *monilliforme*. Najnovija grupa *G. fujikuroi* var. *intermedium* plod je seksualnog spajanja, a prepoznajemo je po velikim peritecijima, malim askosporama, polifikalidama i monofikalidama te mikrokonidijama koje se nalaze u lancima i "lažnim glavicama". Kuhlman smatra da svi varijeteti *G. fujikuroi* imaju nesavršeni stadij (anamorf) *F. verticillioides*.

Tablica 1. Usporedba različitih klasifikacija sekcije *Liseola*

Wollen. & Reink. 1935.	Snyd. & Hans 1945. Matuo 1972.	Railo 1950.	Bilal 1955.	Gordon 1960.	Messiaen & Cassini 1968. Joffe 1974.	Booth 1971.	Nirenberg 1976. & 1982.	Nel.Tou. & Mar. 1983.	Burgess & Lidwel 1983, 1985.
<i>F. moniliforme</i> Sheld	<i>F. moniliforme</i> Sheld	<i>F. moniliforme</i> Sheld	<i>F. moniliforme</i> Sheld	<i>F. moniliforme</i> Sheld	<i>F. moniliforme</i> Sheld	<i>F. moniliforme</i> Sheld	<i>F. verticillioideus</i> (Sacc.) Nirenberg comb.nov. <i>F. fujikuroi</i> Nirenberg spec.nov	<i>F. moniliforme</i> Sheld	<i>F. moniliforme</i> Sheld
		<i>F. moniliforme</i> Sheld, subsp. <i>majus</i> (Wollen. i Reinking) Railo							
		<i>F. moniliforme</i> Sheld, var. <i>laeticolor</i> Railo							
<i>F. moniliforme</i> Sheld, var <i>minus</i> Wollenw.								<i>F. proliferatum</i> (Matsushima) Nirenberg comb.nov. <i>F. proliferatum</i> (Matsushima) Nirenberg var. <i>minus</i> <i>F. proliferatum</i> (Matsushima) Nirenberg var.nov. <i>F. annulatum</i> Bugnicourt	<i>F. proliferatum</i> (Matsushima) Nirenberg
		<i>F. neoceras</i> Wollenw. & Reinking							

<i>F. lactis</i> Pirota & Riboni	<i>F. lactis</i> Pirota & Riboni	<i>F. moniliforme</i> Sheld. var. <i>lactis</i> (Pirota & Riboni) Bilal	<i>F. sacchari</i> (Butl.) W.Gams <i>F. sacchari</i> (Butl.) W.Gams var. <i>subglutinans</i> (Wollenw. & Reinking) Nirenberg comb.nov <i>F. sacchari</i> (Butl.) W.Gams var. <i>elongatum</i> Nirenberg var.nov <i>F. succisae</i> (Schrot.) Sacc. <i>F. anthropophilum</i> (A.Braun) Wollenw.	<i>F.</i> <i>subglutinans</i> (Wollenw. & Reinking) Nirenberg comb.nov <i>F. sacchari</i> (Butl.) W.Gams var. <i>elongatum</i> Nirenberg var.nov <i>F. succisae</i> (Schrot.) Sacc. <i>F. anthropophilum</i> (A.Braun) Wollenw.	<i>F.</i> <i>subglutinans</i> (Wollenw. & Reinking) Nirenberg comb.nov <i>F. sacchari</i> (Butl.) W.Gams var. <i>elongatum</i> Nirenberg var.nov <i>F. succisae</i> (Schrot.) Sacc. <i>F. anthropophilum</i> (A.Braun) Wollenw.	<i>F. anthropophilum</i> (A.Braun) Wollenw.	<i>F. verticillioideis</i> Sheld. var. <i>anthophilum</i> (A.Braun) Wollenw.
<i>F. moniliforme</i> Sheld. var. <i>subglutinans</i> Wollenw. & Reinking	<i>F. neoceras</i> Wollenw. & Reinking var. <i>subglutinans</i> (Wollenw.& Reinking) Railo	<i>F. moniliforme</i> Sheld.var. <i>subglutinans</i> Wollenw. & Reinking	<i>F. moniliforme</i> Sheld.var. <i>subglutinans</i> Wollenw. & Reinking	<i>F. moniliforme</i> Sheld.var. <i>subglutinans</i> Wollenw. & Reinking	<i>F. moniliforme</i> Sheld.var. <i>subglutinans</i> Wollenw. & Reinking	<i>F. sporotrichi</i> ella (Bilal) var. <i>anthophilum</i> (Braun) Bilal	<i>F. verticillioideis</i> Sheld. var. <i>anthophilum</i> (A.Braun) Wollenw.
<i>F. lactis</i> Pirota & Riboni	<i>F. lactis</i> Pirota & Riboni	<i>F. moniliforme</i> Sheld. var. <i>lactis</i> (Pirota & Riboni) Bilal	<i>F. sacchari</i> (Butl.) W.Gams <i>F. sacchari</i> (Butl.) W.Gams var. <i>subglutinans</i> (Wollenw. & Reinking) Nirenberg comb.nov <i>F. sacchari</i> (Butl.) W.Gams var. <i>elongatum</i> Nirenberg var.nov <i>F. succisae</i> (Schrot.) Sacc. <i>F. anthropophilum</i> (A.Braun) Wollenw.	<i>F.</i> <i>subglutinans</i> (Wollenw. & Reinking) Nirenberg comb.nov <i>F. sacchari</i> (Butl.) W.Gams var. <i>elongatum</i> Nirenberg var.nov <i>F. succisae</i> (Schrot.) Sacc. <i>F. anthropophilum</i> (A.Braun) Wollenw.	<i>F.</i> <i>subglutinans</i> (Wollenw. & Reinking) Nirenberg comb.nov <i>F. sacchari</i> (Butl.) W.Gams var. <i>elongatum</i> Nirenberg var.nov <i>F. succisae</i> (Schrot.) Sacc. <i>F. anthropophilum</i> (A.Braun) Wollenw.	<i>F. anthropophilum</i> (A.Braun) Wollenw.	<i>F. verticillioideis</i> Sheld. var. <i>anthophilum</i> (A.Braun) Wollenw.

Hsieh i sur. (1977.) proveli su križanja na različitim hranjivim podlogama: KDA, vodeni agar (VA), V-8 juic agar i Difco lima bean agar. V-8 juic agar daje najbolje i najpouzdanije rezultate, vezane uz biološku populaciju "A" (Tablica 2), ali nije najbolji za biološku populaciju "B" i "C". Također je utvrdio da su svi izolati heterotalični. Prema Klittichu i Leslie (1992.), biološka vrsta (mating tip) heterotalična je i kontrolirana s dva alela, koji se spajaju u jednom mjestu. Iako su biološke populacije nazivane različitim imenima (Kuhlman 1982.), većina ih istraživača označava slovima - Tablica 2 (Hsieh i sur. 1977., Leslie 1991., 1992., 1996.). Nekad se smatralo da vrste *Fusarium moniliforme* Sheldon (*F. verticillioides* (Sacc.) Nirenberg) ima tri varijeteta - var. *moniliforme*, var. *proliferatum* i var. *subglutinans* (što su po sadašnjoj taksonomiji zasebne vrste) i sedam bioloških tipova (označenih slovima od A do G).

Tablica 2. *Gibberella* i pripadajući kompatibilni anamorfi *Fusarium* vrsta

Biološki tipovi	<i>Fusarium</i> anamorfi
A <i>G. fujikuroi</i>	<i>F. verticillioides</i> (sin. <i>F. moniliforme</i> )
B <i>G. subglutinans</i>	<i>F. subglutinans</i> (sin. <i>F. sacchari</i> ) (sin. <i>F. neoceras</i> )
C Nepoznat	<i>F. fujikuroi</i> (sin. <i>F. proliferatum</i> )
D Nepoznat	<i>F. proliferatum</i>
E <i>G. subglutinans</i>	<i>F. subglutinans</i> (sin. <i>F. sacchari</i> var. <i>subglutinans</i> )
F <i>G. fujikuroi</i>	<i>F. verticillioides</i>
G	<i>F. nygamai</i>

Leslie i sur. (1992.) izdvojili su iz populacija *Fusarium* vrsta kompatibilne izolate + i - (mating type). Križajući izolate unutar iste vrste dobili su odgovarajuće telemorfe, odnosno zrele peritecije s viabilnim askosporama (Klittich i Leslie 1992). *Gibberelli fujikuroi* odgovara samo jedan nesvršeni stadij *F. verticillioides*. Klittich i Leslie (1992.) križali su mnogo izolata *F. verticillioides* s izolatima iz populacija "A", "B", "C" i "D", i nisu dobili telemorfni stadij. Članovi biološke populacije "A" uglavnom se nalaze na kukuruzu, a vrlo rijetko na sirku. Članovi populacije "F" uglavnom se nalaze na sirku, a vrlo rijetko na kukuruzu. Izolati biološke populacije "A" stvaraju vrlo visoki nivo fumonizina, za razliku od izolata biološke populacije "F" koji stvaraju fumonizin u malim količinama ili ga uopće ne stvaraju (Klittich i Leslie 1992.).

## POGODNI SUPSTRATI ZA IZOLACIJU I RAST VRSTA RODA *Fusarium*

Vrste roda *Fusarium* vrlo su varijabilne, zbog utjecaja okoline u kojoj se razvijaju (temperatura, podloga, itd.) (Burgess i sur. 1983.). Zbog toga je bilo važno utvrditi standardne metode za determinaciju. Za pravilnu je determinaciju neophodan uzgoj gljiva u istim uvjetima (ista hranjiva podloga, uvjeti inkubacije, svjetlo, temperatura, prozračenje, itd.). Način izolacije zasniva se na dvije metode. Prvu su metodu monosporne izolacije za *Fusarium* vrste opisali Snyder i Hansen (Marasas i sur. 1984.), a potom su je Nelson i sur. (1983) dopunili izolacijom dijelovima hifa.

### METODA SNYDER I HANSEN

Tri ml 2 % vodenog agara ulije se u sterilnu petrijevu posudu i ostavi da se skrutne. 10 ml suspenzije spora (1 ml sadrži od 1-10 spora) izlije se u petrijevu posudu s vodenim agarom. Višak vode se izlije, tako da petrijeva posuda ostane "suha". Petrijeva posuda inkubira se 18 do 20 sati pri sobnoj temperaturi, nakon čega se pregleda pod svjetlosnim mikroskopom. Kada spore počnu klijati, svaka pojedina spora se precijepi na odgovarajuću hranjivu podlogu.

Nelson i sur. (1983.) izmjenili su tu metodu tako da su na sterilno predmetno stakalce nanijeli kap sterilne vode, a zatim vrhom vlažne igle prenijeli sadržaj sporodohija ili zračnog micelija na predmetno stakalce. Kad se uz pomoć binokularnog povećala primijeti mlječno zamućivanje, tj. kada se spore počnu međusobno preklapati, suspenzija spora sterilnom se ezom raznese po površini petrijeve posude. Nakon inkubacije od 12 - 16 sati, pri temperaturi od 25 °C, odnosno kada kolonije narastu do promjera 1 mm, precijepi se sterilnom laboratorijskom iglom na odgovarajuću hranjivu podlogu.

Izolacija pomoću dijelova hife uzgojenih na hranjivoj podlozi, obavlja se ispod sterilnog binokularnog povećala. Originalne kolonije ostave se malo duže na hranjivoj podlozi, na kojoj gljiva raste vrlo sporo npr. vodeni agar. Najraširenije hranjive podloge koje se koriste za takvu izolaciju *Fusarium* vrsta su KDA (Nelson i sur. 1983., Burgess i sur. 1983.), KSA - krumpir saharoza agar (Booth 1971.), vodeni agar (Booth 1971.), SNA- salt nutrient agar (Nirenberg 1981.) i Karanfilovog lista agar - KLA (Nelson i sur. 1993., Nirenberg 1981., Booth 1971. i Burgess i sur. 1983.).

Kalijev klorid - KCl agar specifična je hranjiva podloga za *Liseola* sekciju (Nelson i sur. 1983.), idealna za pokazivanje monofilijalida i polifilijalida. Priprema se dodavanjem 4 - 8 g KCl u 1.5-2 % vodeni agar. Koncentracija KCl-a ima utjecaja na dužinu mikrokonidialnog lanca (Nelson i sur. 1983.).

KDA i KSA hranjive su podloge bogate ugljikom, korisne za opis morfologije kolonija, kao što su: pigmentacija, brzina rasta micelija (pravocrtno i zračno).

Nirenberg je 1995. predložila hranjivu podlogu SNA za opis morfologije konidija. Taj agar potiče razvoj vrlo dugih lanaca i nije pogodan za razvoj

makrokonidija ni nakon 6 tjedana (s izuzetkom *F. subglutinans*). Zbog toga ta hranjiva podloga nije pogodna za identifikaciju vrsta sekcije *Liseola*.

Za pripremu KLA listovi se karanfila beru s mladih dijelova biljke (*Dianthus caryophyllus*) koja nije tretirana pesticidima i nema pupove. Listovi se izrežu na kvadratiće veličine 5x5 mm i 2 sata suše pri temperaturi od 55-60 °C. Osušeni listovi moraju zadržati zelenu boju. Pohranjuju se u aluminijske posude te steriliziraju (2.5 megarad gama --radijacija s kobalt-60 ili fumigacija s propilen oksidom). Nakon sterilizacije listovi se mogu čuvati 6 mjeseci pri temperaturi od 2-5 °C. KLA se priređuje stavljanjem nekoliko komadića karanfilova lista u 1.5-2.5 % vodeni agar, koji se ohladio do temperature od 45 °C. Praktično je prirediti tu hranjivu podlogu najmanje 3 dana prije uporabe (Burgess 1983.). Podloga KLA najbolja je za identifikaciju vrsta sekcije *Liseola* budući da već nakon 5 do 10 dana dolazi do formiranja ujednačenih mikrokonidija. Ta metoda omogućava nam da utvrdimo način razvoja i tip konidija (tip konidiofora), prisustvo i tip mikrokonidijskih lanaca, te prisustvo ili odsustvo hlamidospora. Svaka od karakteristika je važna za pravilnu determinaciju *Fusarium* vrsta, odnosno razlike među njima. Najvažnije obilježje vrste je izgled mikrokonidija jer su makrokonidije na zračnom miceliju varijabilne, posebice kod sekcije *Gibbosum*. Konidije mogu biti malo valovite ili relativno ravne, sa stijenkama koje su gotovo paralelne ili zakrivljene pod različitim kutevima. U nekim slučajevima stijenke mogu biti čak "grbave" (dorziventralno zakrivljene) kao kod makrokonidija sekcije *Gibbosum*, dok su makrokonidije iz sekcije *Liseola* ravnije. Stijenke septi mogu biti deblje ili tanje, različitog broja u različitim izolatima. Vršni dio konidije može biti kratak (zaobljen ili kukast - kao ptičji kljun) ili pak vrlo dugačak. U središnjem dijelu je zadebljala i opet sužena na kraju (tapered to a point). Osnova konidije je u obliku stopice (*F. nivale* je zaobljen i zbog toga je nedavno preimenovan u *Microdochium nivale*). Konidije mogu biti različite dužine.

Rast micelija roda *Fusarium* mjeri se nakon inkubacije na KDA pri temperaturi od 20°C, 25 °C, odnosno 30 °C. Na taj način mjeri se rast micelija u dužinu bez povećanja biomase. Nedavno je bilo pokušaja da se prepozna *Fusarium* korištenjem konidiogenih stanica (Goos 1981.), mikrokonidija i drugih oblika zračne sporulacije (Gams i Nirenberg 1989.). Metode za prepoznavanje *Fusariuma* su stimuliranje sporulacije i poticanje stvaranja hlamidospora. Za poticanje stvaranja hlamidospora najčešće se upotrebljavaju zemljani i vodeni agar, na kojima se hlamidospore formiraju za četiri tjedna. Stvaranje hlamidospora može se potaknuti izrezivanjem malih dijelova agara s micelijem i uranjanjem u sterilnu vodu, gdje će se hlamidospore razviti već za 10 dana (Burgess i sur. 1983.).

Metodom uzgoja na predmetnom stakalcu možemo pratiti stvaranje konidija i prirodu konidiogenih stanica. U petrijevu posudu se izlije siromašna hranjiva podloga debela 3 mm. Podloga se izreže na kvadratiće (6 x 6 mm) i nanese na sredinu predmetnog stakalca, te prekrije pokrovnim stakalcem. Sa strane se nanese kultura koju želimo identificirati. Predmetno stakalce se zatim stavi u vlažnu petrijevu posudu i inkubira dok se gljiva ne počne razvijati ispod i



sa strane pokrovnog stakalca. Pokrovno se stakalce lagano odvoji i stavi na novo predmetno stakalce i pogleda pod mikroskopom. Na taj se način mogu uočiti monofijalide i polifijalide. Sporulacija se može potaknuti i temperaturnim šokom, prevlačenjem vrućeg skalpela preko micelija na agaru ili inkubacijom na nižim temperaturama, od 14-18 °C (Nelson i sur. 1983.).

## TAXONOMICAL AND PATHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF GENUS FUSARIUM

### SUMMARY

The genus *Fusarium* is widespread and includes numerous species and varieties which differ more or less with regards to morphology, physiology and pathogenicity.

The proliferation of *Fusarium* species depends on host, geography and ecological conditions. In Croatia the first research of the genus *Fusarium* began on corn (Milatovic, 1969) and continued by corn breeders working with resistance to Stalk Rot (Palaversic, 1983).

With regard to corn kernel infection, the most detailed research was conducted on samples from different storage conditions (Lusin, 1980 a.b.) and from those obtained naturally from the field (Jurjevic et al., 2000), where *Fusarium* species was found along with other species of fungi.

### LITERATURA

1. Booth C. 1971. The genus *Fusarium*. Commowelth Mycological Institute. Kew, Surrey. England 237p.
2. Booth C. 1975. The present status of *Fusarium* taxonomy. *Annal Review of Phitopathology* 13, 83-93.
3. Booth C. 1984. The *Fusarium* problem: historical, economic and taxonomic aspects. In *The Applied Mycology of Fusarium* (eds M.O. Moss & J.E.Smith), pp.1-13. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
4. Burgess L.W and Liddell C.M. 1983. *Laboratory Manual for Fusarium Research*, Australia: The University of Sydney.
5. Burgess L.W. and Trimboli D. 1986. Characterization and distribution of *Fusarium nygami*, sp. nov. *Mycologia* 78, 223-229.
6. Gams W. and Nirenberg H. I. 1989. A contribution to the generic definition of *Fusarium*. *Mycotaxon* 35, 407-416.
7. Gordon W.L. 1954. Geographical distribution of mating typs in *Gibberella cyanogena* (Desm.) Sacc. *Nature* 173, 505.
8. Gordon W.L. 1961. Sex and mating types in relation to the production production of perithecia by certain species species of *Fusarium*. *Proceedings of the Canadian Phitopathological Society* 28, 11.
9. Hsieh W.H, Smith S.N. and Snyder W.C. 1977. Mating groups in *Fusarium moniliforme*. *Phitopathology* 67, 1041-1043.

10. Z. Jurjevic., M. Solfrizzo., B. Cvjetkovic., G. Avantiaggiato., A. Visconti. 2000. Mycoflora and mycotoxins analysis of maize in Croatia. 16<sup>th</sup> Croatian Symposium of Drying and Storing of Agriculture Products. *Symposium proceedings* 31-41. Stubicke Toplice, Croatia.
11. Klittich C.J.R. and Leslie J.F. 1992. Nitrate reduction mutants in *Fusarium moniliforme* (*Gibberella fujikuroi*). *Mycologia* 84, 541-547.
12. Kuhlman E.G. 1982. Varieties of *Gibberella fujikuroi* with anamorphs in *Fusarium* section *Liseola*. *Mycologia* 74, 759-768.
13. Leslie J.F, Platner R.D, Desjardin A.E, and Klittich C.J. 1992. Fumonisin production by strains from different mating populations of *Gibberella fujikuroi*. (*Fusarium* section *Liseola*). *Phytopathology* 82, 341-345.
14. Leslie J.F. 1991. Mating populations in *Gibberella fujikuroi* (*Fusarium* section *Liseola*). *Phytopathology* 81, 1058-1060.
15. Leslie, J.F. 1996. Introductory biology of *Fusarium moniliforme*. *Adv. Exp. Med. Biol.* v. 392, 153-164.
16. Lušin V. 1980.a. Intenzitet zaraze uskladištenih žitarica nekim vrstama gljiva. *Glasnik zaštite bilja* br. 6, 187-189.
17. Lušin V. 1980.b. Uticaj načina uskladištenja kukuruza na zarazu gljivama. *Glasnik zaštite bilja* br. 12, 424-426.
18. Marasas W.F.O., Nelson P.E., and Toussoun T.A. 1985. *Fusarium dlamini*, a new species from Southern Africa. *Mycologia* 77, 971-975.
19. Marasas W.F.O., Rabie C.J., Lubben A, Nelson P.E., Toussoun T.A., and Van Wyk P.S. 1987. *Fusarium napiforme*, a new species from millet and sorghum in Southern Africa. *Mycologia* 79, 910-914.
20. Marasas, W.F.O.; Nelson, P.E.; Toussoun, T.A. 1984. *Toxigenic Fusarium Species: Identity and Mycotoxicology*, Pennsylvania State University Park, PA, pp. 216-246.
21. Marasas, W.F.O. 1996. Fumonisins: History, world-wide occurrence and impact. *Fumonisin in Food*, Edited by L. Jackson et al. Plenum Press, New York, pp. 1-17.
22. Messiaen C.M. and Cassini R. 1968. In *Toxigenic Fusarium species, Identity and mycotoxicology* in: Marasas W.F.O., Nelson P.E. and Toussoun T.A. eds., 1981). The Pennsylvania state University Press London.
23. Milatović, I. 1969. Bolesti korjena i prizemnog dijela stabljike kukuruza na području SR Hrvatske. *Zbornik radova savjetovanja o novijim dostignućima u zaštiti bilja*, Zagreb, 13-14 II.
24. Nelson P.E., Toussoun T.A., and Marasas W.F.O. 1983. *Fusarium species – An Illustrated Manual for Identification*. Pennsylvania, USA Penn State University Press.
25. Nelson P.E., Toussoun T.A., and Burgess L.W. 1987. Characterization of *Fusarium beomiforme* sp. nov. *Mycologia* 79, 884-889.
26. Nelson, P.E.; Desjardins, A.E.; Plattner, R.D. 1993. Fumonisin, mycotoxins produced by *Fusarium* species: Biology, chemistry and significance. *Ann. Rev. Phytopathol.* 31, 233-252.
27. Nirenberg H.I. 1989. Morphological differentiation of *Fusarium sambucinum* Fuckel sensu stricto, *F. torulosum* (Berk. & Curt.) Nirenberg comb. nov. and *F. venenatum* Nirenberg sp. nov. *Mycopathologia* 129: 131-141.
28. Nirenbergh H.I. 1981. A simplified method for identifying *Fusarium* spp. occurring on wheat. *Canadian Journal of Botany* 59, 1599-1609.
29. Palaveršić B. 1983. Ispitivanje otpornosti kukuruza na trulež stabljike u uslovima prirodne i umjetne infekcije s *Gibberella zeae* (Schv.) Petch s posebnim osvrtom na lom stabljike. *Magistarski rad*.
30. Placinta, C.M., D'Mello, J.P.F., Macdonald, A.M.C. 1998. A review of worldwide contamination of cereal grains and animal feed with *Fusarium* mycotoxins. *Animal Feed Science and Technology* 78; 21-37.

31. Sidhu G.S. 1985. Characteristics and natural occurrence of *Gibberella fujikuroi* mating groups A and D on sorghum and corn hosts. *Canadian Journal of Botany* 63, 562-566.
32. Snyder W.C. and Hansen H.N. 1945. The species concept in *Fusarium* with reference to *Discolor* and other sections. *American Journal of Botany* 32, 657-837.
33. Sydenham , E.W., Shephard, G.S., Gelderblom, W.C.A., Thiel, P.G., Marasas W.H.O. 1993. Fumonisin: Their implications for human and animal health. In Occurrence and Significance of Mycotoxins; Scudamore, K.A. Ed.; Central Sci. Lab.: Slough, UK, pp. 42-48.
34. Windels C.E. 1991. Current status of *Fusarium* taxonomy. *Phytopathology* 81, 1048-1050.
35. Wollenweber H.W. and Reinking O.A. 1935. *Die Fusarien, ihre Beschreibung, Schadwirkung und Bekämpfung*. Berlin, F.G.R.: Paul Parey.

**Adrese autora - Authors' addresses:**

Ž. Jurjević  
B. Cvjetković  
T. Miličević  
Agromomski fakultet  
Zavod za fitopatologiju  
10000 Zagreb

**Primljeno - Received:**

02. 11. 2000.