

**UTJECAJ RAZLIČITIH *Fusarium* VRSTA NA KLIJANJE SJEMENA  
PŠENICE U *in vitro* UVJETIMA**D. IVIĆ<sup>1</sup>, Biljana KUZMANOVSKA<sup>2</sup>, B. CVJETKOVIĆ<sup>1</sup><sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet  
University of Zagreb, Faculty of Agriculture<sup>2</sup>Univerzitet "Sv. Kiril i Metodij" vo Skopje, Fakultet za zemjodjelski nauki i hrana  
Ss. Cyril and Methodius University in Skopje, Faculty of Agricultural Sciences and Food

## SAŽETAK

U laboratorijskim uvjetima ispitan je utjecaj 37 izolata vrsta *F. graminearum*, *F. avenaceum*, *F. verticillioides*, *F. sporotrichoides*, *F. poae*, *F. heterosporum*, *F. crookwellense*, *F. proliferatum*, *F. semitectum*, *F. tricinctum* i *F. oxysporum* na klijanje pšenice. Na razvijene kolonije navedenih gljiva postavljeno je sjeme pšenice te inkubirano sedam dana, nakon čega je utvrđen broj neprokljalih zrna i izmjerena prosječna duljina koleoptile. Kao kontrolna varijanta odabrana je saprofitska gljiva *Rhizopus stolonifer*. Postotak neprokljalih zrna pšenice nakon inkubacije kretao se od 85 % (izolat *F. avenaceum* F32) do 3 % (izolat *F. oxysporum* F3III), pri čemu je na kontrolnom izolatu *R. stolonifer* iznosio 7 %. Značajno veći broj neprokljalih zrna pšenice ( $P=0,05$ ) u odnosu na *R. stolonifer* uzrokovalo je 17 izolata, koji su pripadali vrstama *F. avenaceum* (5 od 6 ispitanih izolata), *F. graminearum* (11 od 13 ispitanih izolata) i *F. crookwellense* (jedan ispitani izolat). Izolati vrsta *F. verticillioides*, *F. sporotrichioides*, *F. poae*, *F. heterosporum*, *F. proliferatum*, *F. semitectum*, *F. tricinctum* i *F. oxysporum* nisu uzrokovali značajno veći broj neprokljalih zrna ( $P=0,05$ ) u odnosu na *R. stolonifer*. Značajno smanjenje duljine koleoptile pšenice ( $P=0,05$ ) također su uzrokovali samo izolati vrsta *F. avenaceum* (5 od 6 ispitanih izolata), *F. graminearum* (11 od 13 ispitanih izolata) i *F. crookwellense* (jedan ispitani izolat). Vrste koje nisu dovele do značajno većeg broj neprokljalih sjemenki nisu uzrokovale niti značajno smanjenje prosječne duljine koleoptile u odnosu na saprofitsku vrstu *R. stolonifer*.

Ključne riječi: *Fusarium*, pšenica, sjeme

## UVOD

Sjeme pšenice koje izlazi na tržište mora udovoljavati određenim zakonski propisanim kriterijima. Posebni kriteriji odnose se na zdravstveno stanje sjemena, koje mora garantirati zdravstvenu ispravnost u smislu što manje prisutnosti ili potpune odsutnosti gospodarski značajnih uzročnika bolesti. Među uzročnicima bolesti najviše zastupljene su fitopatogene gljive, među kojima su jedne od najznačajnijih i najčešćih one iz roda *Fusarium* (Č o s i ć i Vrandečić, 2003; Č i z m i ć, 2003). Negativan učinak gljiva iz roda *Fusarium* na pšenici može se tijekom razvoja biljke iz sjemena očitovati u vidu truleži i propadanja sjemena te paleži klice i korjenčića, a kasnije tijekom vegetacije u vidu truleži korijena i stabljike ili paleži klasa (Č o s i ć i Vrandečić, 2003).

Od osamostaljenja do danas u Hrvatskoj se promijenilo nekoliko pravilnika koji propisuju uvjete koje mora zadovoljavati sjeme pšenice. Izmjenom pravilnika, vrlo značajne promjene dogodile su se u pogledu kriterija za zdravstveno stanje sjemena. Do 2001. godine kriteriji za zdravstveno stanje sjemena pšenice preuzeti su iz Službenog lista SFRJ (52/1986), kojime se propisuje maksimalni dopušteni postotak "*Fusarium* spp." od 5 % na sjemenu pšenice u prometu. 2001. godine dopušteni postotak "*Fusarium* spp." na sjemenu pšenice povećan je na 10 % (Narodne Novine 81/2001). U kolovozu 2006. godine izašao je Pravilnik o stavljanju na tržište sjemena žitarica (Narodne Novine 92/2006), u kojem nisu propisana ograničenja glede dopuštene zaraze sjemena pšenice gljivama iz roda *Fusarium*. U ovom pravilniku ističe se samo *Microdochium nivale*, pogrešno označen kao *Fusarium nivale* (Narodne Novine 92/2006), s propisanom vrijednosti od 10 %, iznad koje je sjeme potrebno tretirati. U srpnju 2009. izašao je novi Pravilnik o stavljanju na tržište sjemena žitarica (Narodne Novine 83/2009) pri čemu su odredbe starog prestale vrijediti. U novom pravilniku ističe se samo da "štetni organizmi koji smanjuju uporabljivost sjemena moraju biti svedeni na najmanju moguću razinu". Od parazita koji se prenose sjemenom pšenice, ostala su definirana ograničenja samo za *Claviceps purpurea* (Narodne Novine 83/2009).

Tijekom izrade i nakon stupanja na snagu posljednja dva navedena pravilnika, u stručnim krugovima započela je rasprava o tome treba li postotak zaraze sjemena pšenice *Fusarium* vrstama ili samo vrstom *Fusarium graminearum* regulirati zakonom ili ne. Pri takvim raspravama katkada se nije dovoljno uvažavala činjenica da se na sjemenu pšenice može naći relativno velik broj različitih *Fusarium* vrsta, od kojih nisu sve patogene (Č o s i ć i Vrandečić, 2003; S u m m e r e l l i sur., 2003; B o t t a l i c o i Perrone, 2002), kao i činjenicu da je njihova točna determinacija izuzetno kompleksna i relativno dugotrajna (S u m m e r e l l i sur., 2003). Cilj ovog rada je ispitati utjecaj 11 različitih *Fusarium* vrsta na klijanje sjemena pšenice u laboratorijskim uvjetima.

## MATERIJAL I METODE

U istraživanja korišteni su izolati gljiva iz kolekcije Zavoda za fitopatologiju. Odabrano je ukupno 38 monospornih izolata, od čega 37 izolata *Fusarium* vrsta te jedan izolat saprofitske vrste *Rhizopus stolonifer* (RS 2). Odabrano je 13 izolata vrste *F. graminearum* (FA5, FA6, FA10, FA11, FA12, F50A, F54A, F29B, F44B, FP5, F16, F27 i F4III), šest izolata *F. avenaceum* (F85A, FC6, FC7, F32, F35 i FJAB), šest izolata *F. verticillioides* (FA21, F52A, F25, F6III, F8III i SRPII/6), tri izolata *F. sporotrichioides* (F40A, F1C i G I/1), dva izolata *F. poae* (F17 i FPN), dva izolata *F. heterosporum* (F38A i F39B) te po jedan izolat *F. proliferatum* (F7III), *F. tricinctum* (F48A), *F. oxysporum* (F3III), *F. crookwellense* (F3C) i *F. semitectum* (FA4). Svi izolati izolirani su sa sjemena pšenice tijekom 2006. i 2007., osim izolata *F. avenaceum* FJAB, izoliranog s ploda jabuke.

Ispitivanje utjecaja *Fusarium* izolata na klijanje pšenice provedeno je prema izmijenjenoj metodi B r e n n a i sur. (2003). Izolati gljiva uzgajani su sedam dana na krumpir - dekstroznom agaru u Petrijevim zdjelicama. Na razvijene kolonije u Petrijevim zdjelicama postavljeno je sjeme pšenice, kultivar Srpanjka. Sjeme pšenice prethodno je držano deset minuta u otopini 1 % natrij - hipoklorita, isprano dva puta u sterilnoj vodi i sušeno jedan sat u struji zraka. Sjeme pšenice je na površinu razvijenih kolonija gljiva postavljano tako da mjesto izlaska koleoptile na sjemenu bude u kontaktu s kolonijom gljive i površinom agara. Tako postavljeno sjeme prekriveno je vlažnim filter - papirom namočenim u sterilnoj vodi. Petrijeve zdjelice su zatvorene i stavljene na inkubaciju u trajanju od sedam dana pri temperaturi od 22 °C. U svaku Petrijevu zdjelicu stavljeno je deset zrna pšenice. Pokus je proveden u deset ponavljanja, što je činilo ukupno 100 zrna po izolatu. Izolat vrste *Rhizopus stolonifer* poslužio je kao kontrolna varijanta.

Nakon inkubacije očitana je dužina koleoptile sjemena pšenice proklijalog u Petrijevim zdjelicama te utvrđen broj neprokljalih sjemenki.

Podaci o broju neprokljalih sjemenki izraženi u vidu malih cijelih brojeva transformirani su  $\sqrt{(X + 0,5)}$  transformacijom, dok su podaci koji se odnose na dužinu klice transformirani  $\log_{10}(X + 1)$  transformacijom. Tako transformirani podaci obrađeni su analizom varijance ( $P=0,05$ ), a prosjeci su uspoređeni Student-Newman-Keuls testom. Za obradu podataka korišten je statistički program SAS 9.1 (SAS Institute, Carry, SAD).

## REZULTATI

Od 37 ispitanih *Fusarium* izolata, njih 17 uzrokovalo je značajno veći broj neprokljalih zrna pšenice u odnosu na izolat saprofitske gljive *R. stolonifer* (Tablica 1.). Tih 17 izolata pripadalo je samo trima vrstama: *F. avenaceum*, *F. graminearum* i

D. Ivić i sur.: Utjecaj različitih *Fusarium* vrsta na klijanje sjemena pšenice u *in vitro* uvjetima

**Tablica 1. Broj neprokljalih sjemenki (od ukupno 100) i prosječna duljina koleoptile sjemena pšenice klijalog na kulturama *Fusarium* vrsta i izolata *Rhizopus stolonifer*<sup>1</sup>**

Table 1. The number of ungerminated kernels (out of 100) and the average coleoptile length of wheat seed germinated on cultures of *Fusarium* species and *Rhizopus stolonifer* isolate<sup>1</sup>

Vrsta Species	Izolat Isolate	Broj neprokljalih sjemenki <sup>2</sup> The number of ungerminated kernels <sup>2</sup>	Duljina koleoptile <sup>3</sup> Coleoptile length <sup>3</sup>
<i>F. avenaceum</i>	F32	85*	0,9*
<i>F. graminearum</i>	F4III	84*	0,7*
<i>F. graminearum</i>	F29B	73*	2,7*
<i>F. graminearum</i>	FA10	67*	3,6*
<i>F. graminearum</i>	FP5	64*	4,4*
<i>F. avenaceum</i>	FC6	60*	4,1*
<i>F. avenaceum</i>	FC7	60*	4,3*
<i>F. graminearum</i>	FA6	59*	4,8*
<i>F. graminearum</i>	F44B	57*	11,7*
<i>F. graminearum</i>	FA5	53*	14,9
<i>F. graminearum</i>	F54A	50*	10,3*
<i>F. crookwellense</i>	F3C	48*	7,7*
<i>F. graminearum</i>	F27	47*	7,9*
<i>F. graminearum</i>	FA11	46*	4,4*
<i>F. avenaceum</i>	F35	45*	8,6*
<i>F. avenaceum</i>	F85A	45*	7,4*
<i>F. graminearum</i>	FA12	32*	26,0
<i>F. verticillioides</i>	SRP II/6	28	42,8
<i>F. graminearum</i>	F50A	26	10,1*
<i>F. verticillioides</i>	FA21	26	22,9
<i>F. graminearum</i>	F16	24	9,8*
<i>F. poae</i>	F17	24	23,5
<i>F. semitectum</i>	FA4	24	43,6
<i>F. avenaceum</i>	FJAB	18	16,9
<i>F. verticillioides</i>	F52A	17	21,9
<i>F. proliferatum</i>	F7III	16	26,4
<i>F. sporotrichioides</i>	F40A	16	21,3
<i>F. sporotrichioides</i>	G I/1	14	19,3
<i>F. verticillioides</i>	F25	13	25,3
<i>F. heterosporum</i>	F38A	11	67,8
<i>F. heterosporum</i>	F39B	11	50,3
<i>F. verticillioides</i>	F8III	8	43,7
<i>F. poae</i>	FPN	7	35,5
<i>Rhizopus stolonifer</i>	RS 2	7	35,1
<i>F. tricinctum</i>	F48A	6	74,4
<i>F. sporotrichioides</i>	F1C	5	33,8
<i>F. verticillioides</i>	F6III	4	69,1
<i>F. oxysporum</i>	F3III	3	27,5

<sup>1</sup> - podaci u tablici su dani u vidu netransformiranih podataka

<sup>2</sup> - vrijednosti označene zvjezdicom ne razlikuju se značajno od vrijednosti za *R. stolonifer* prema Student-Newman-Keuls testu ( $P=0,05$ )

<sup>1</sup> - data presented in table are un-transformed

<sup>2</sup> - values followed by the asterisk are not significantly different in comparison with *R. stolonifer* according to Student-Newman-Keuls test ( $P=0.05$ )

*F. crookwellense*. Jednak broj izolata, njih 17, doveo je do značajnog smanjenja prosječne duljine koleoptile klijanaca pšenice u odnosu na izolat *R. stolonifer* (Tablica 1). Slično kao i u slučaju broja neprokljalih zrna, značajno smanjenje duljine koleoptile zabilježeno je samo na izolatima vrsta *F. graminearum*, *F. avenaceum* i *F. crookwellense*. U izolata *F. graminearum* F50A i F16 nije zabilježen značajno manji broj neprokljalih zrna, no doveli do značajnog smanjenja duljine koleoptile u odnosu na *R. stolonifer*. Obrnut slučaj utvrđen je u izolata *F. graminearum* FA5 i FA12.

Niti jedan od izolata koji su pripadali vrstama *F. verticillioides*, *F. poae*, *F. proliferatum*, *F. sporotrichioides*, *F. heterosporum*, *F. semitectum*, *F. tricinctum* i *F. oxysporum* nije doveo do značajno većeg broja neprokljalih zrna pšenice u odnosu na izolat *R. stolonifer* (Tablica 1.). Isto tako, kod niti jednog izolata koji je pripadao navedenim vrstama je zabilježeno značajno smanjenje prosječne duljine koleoptile klijanaca pšenice u odnosu na *R. stolonifer*.

## RASPRAVA

Pojedine vrste iz roda *Fusarium* vrlo su značajni paraziti pšenice, no na spomenutoj kulturi može se naći i veći broj *Fusarium* vrsta koje su sekundarni kolonizatori oštećenog biljnog tkiva ili saprofiti (Fernandez i Chen, 2005; Summerville i sur., 2003; Wilcox i sur., 1988; Manka i sur., 1985). Ova tvrdnja naročito vrijedi za sjeme pšenice, na kojem se gotovo redovito može naći veći broj različitih *Fusarium* vrsta. Prema višegodišnjim istraživanjima Čosić i sur. (2004) te Čosić i Vrandečić (2003), najčešća vrsta na zrnu pšenice u Hrvatskoj je *F. graminearum*, nakon koje slijede *F. verticillioides* i *F. avenaceum*. Ostale *Fusarium* vrste na zrnu pšenice u Hrvatskoj zastupljene su u manjem postotku (Čosić i sur., 2004; Čosić i Vrandečić, 2003). Odabir izolata u ovom pokusu okvirno se oslanjao na spomenute podatke. Najveći broj izolata pripadao vrsti *F. graminearum*, nakon koje su po zastupljenosti slijedile *F. avenaceum* i *F. verticillioides*, dok su ostale *Fusarium* vrste bile zastupljene manjim brojem izolata.

Točna determinacija vrsta iz roda *Fusarium* temelji se na monospornim izolatima i analizi morfologije na posebnim hranjivim podlogama poput agara s listićima karanfila (Summerville i sur., 2003). Kako pojedino zrno pšenice može kolonizirati veći broj *Fusarium* vrsta (Bottalico, 1998), a analiza zdravstvenog stanja sjemena provodi se na filter-papiru ili univerzalnim hranjivim podlogama, zarazu sjemena pšenice pri takvim analizama moguće je navoditi samo kao ukupan postotak "*Fusarium* spp.". Realno je za očekivati da će kod svake analize zdravstvenog stanja sjemena pšenice pod kategorijom "*Fusarium* spp." biti obuhvaćene i parazitske i saprofitske *Fusarium* vrste.

*Rhizopus stolonifer* saprofitska je gljiva koja je vrlo česta na sjemenu pšenice, ali nema sposobnosti oštetiti ili uništiti zdravo zrno ili klijanac (Mauder, 1996). Rezultati pokusa pokazali su da je veći broj izolata različitih *Fusarium* vrsta (*F. verticillioides*, *F. poae*, *F. proliferatum*, *F. sporotrichioides*, *F. heterosporum*, *F. semitectum*,

*F. tricinctum* i *F. oxysporum*) na klijanje pšenice imao isti utjecaj kao kontrolna saprofitska gljiva. Prema tome, te *Fusarium* vrste u ovom slučaju ne mogu se smatrati patogenima za sjeme ili klijance pšenice. Mnoge od spomenutih vrsta navode se od strane raznih autora kao gljive koje su uglavnom saprofiti (Leslie i Summerell, 2006; Summerell i sur., 2003; Zemánková i Lebeda, 2001), što je u slučaju ovdje provedenog istraživanja potvrđeno. S druge strane, rezultati ovdje provedenog pokusa u skladu su sa tvrdnjama autora koji navode *F. graminearum*, *F. avenaceum* i *F. crookwellense* kao vrste koje su patogene za pšenicu (Fernandez i Chen, 2005; Summerell i sur., 2003; Maňka i sur., 1985). Patogenost ovih vrsta na pšenici potvrđena je i na histološkoj te biokemijskoj razini (Kang i sur., 2005; Wanjiru i sur., 2002; Boshoff i sur., 1999) i nije neočekivano da su isključivo one pokazale značajan negativan utjecaj na klijanje pšenice u ovom pokusu.

Rezultati dobiveni ovim istraživanjem te dosadašnje spoznaje o *Fusarium* vrstama koje se prenose sjemenom pšenice idu u prilog stajalištu da visinu zaraze sjemena *Fusarium* vrstama nije potrebno regulirati zakonom. Osim što je očigledno da veći broj *Fusarium* vrsta nije patogen za sjeme i klijance pšenice, rezultati ovog istraživanja potvrđuju da se od ispitanih vrsta negativan utjecaj na klijanje pšenice može pripisati uglavnom vrstama *F. graminearum* i *F. avenaceum*. U skladu s tim, može se pretpostavljati da potencijalno sjeme pšenice jače zaraženo sa spomenute dvije vrste i nezaštićeno fungicidom neće postići onu laboratorijsku klijavost koju propisuje trenutno važeći pravilnik. S druge strane, kvalitetno sjeme koje je jače zaraženo saprofitskim i teoretski bezopasnim *Fusarium* vrstama neće biti administrativnim mjerama onemogućeno u izlasku na tržište. Ukupno gledajući, moguće je reći da je opravdano očekivati da će trenutno važeći Pravilnik o stavljanju na tržište sjemena žitarica (Narodne Novine 83/2009) preko kriterija klijavosti sjemena u većoj mjeri indirektno regulirati stanje sjemena koje se odnosi na zarazu ili kontaminaciju gljivama iz roda *Fusarium*.

## ZAKLJUČCI

Laboratorijskim istraživanjima utjecaja izolata gljivica roda *Fusarium* na klijanje pšenice nakon inkubacije od sedam dana najveći postotak neprokljalih zrna od 85 % utvrđen je za izolat *F. avenaceum* F32, a najmanji do 3 % za izolat *F. oxysporum* F3III dok je za kontrolni izolat *R. stolonifer* iznosio 7 %.

Značajno veći broj neprokljalih zrna pšenice u odnosu na *R. stolonifer* uzrokovalo je 17 izolata, koji su pripadali vrstama *F. avenaceum*, *F. graminearum* i *F. crookwellense*.

Značajno smanjenje duljine koleoptile pšenice također su uzrokovali samo izolati vrsta *F. avenaceum*, *F. graminearum* i *F. crookwellense*. Vrste koje nisu dovele do značajno većeg broj neprokljalih sjemenki nisu uzrokovale niti značajno smanjenje prosječne duljine koleoptile u odnosu na saprofitsku vrstu *R. stolonifer*.

## THE EFFECT OF DIFFERENT *Fusarium* SPECIES ON WHEAT SEED GERMINATION *in vitro* CONDITIONS

### SUMMARY

The effect of 37 isolates of *F. graminearum*, *F. avenaceum*, *F. verticillioides*, *F. sporotrichoides*, *F. poae*, *F. heterosporum*, *F. crookwellense*, *F. proliferatum*, *F. semitectum*, *F. tricinctum* and *F. oxysporum* on wheat germination was evaluated in laboratory conditions. Wheat seed was placed on developed colonies of the above mentioned fungi and incubated for seven days. The number of ungerminated seed was determined and the average length of coleoptile was measured, and saprophytic fungal species *Rhizopus stolonifer* was used as a control. The percentage of ungerminated wheat seed after incubation ranged from 85 % (*F. avenaceum* F32 isolate) to 3 % (*F. oxysporum* F3III isolate), with 7 % of ungerminated seed on *R. stolonifer* isolate. 17 isolates belonging to species *F. avenaceum* (5 out of 6 isolates tested), *F. graminearum* (11 out of 13 isolates tested), and *F. crookwellense* (one isolate tested) caused significantly higher number of ungerminated seed ( $P=0.05$ ) compared to *R. stolonifer*. Isolates belonging to species *F. verticillioides*, *F. sporotrichoides*, *F. poae*, *F. heterosporum*, *F. proliferatum*, *F. semitectum*, *F. tricinctum* and *F. oxysporum* did not cause significantly higher number of ungerminated seed ( $P=0.05$ ) compared to *R. stolonifer*. Similarly, significant retardation of coleoptile elongation ( $P=0.05$ ) was caused only by isolates of *F. avenaceum* (5 out of 6 isolates tested), *F. graminearum* (11 out of 13 isolates tested), and *F. crookwellense* (one isolate tested). Species which have not caused significantly higher number of ungerminated seed have neither caused significant retardation of coleoptile elongation compared to saprophytic species *R. stolonifer*.

Key words: *Fusarium*, wheat, seed

### LITERATURA - REFERENCES

1. Boshoff, W. P., Pretorius, Z. A., Swart, W. J. (1999): A comparison of head infection and blight development caused by *Fusarium graminearum* and *Fusarium crookwellense* in wheat. South African Journal of Plant and Soil 16: 79-84
2. Bottalico, A. (1998): *Fusarium* diseases of cereals: Species complex and related mycotoxin profiles in Europe. Journal of Plant Pathology 80: 85-103
3. Bottalico, A., Perrone, G. (2002): Toxigenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with head blight in small-grain cereals in Europe. European Journal of Plant Pathology 108: 611-624
4. Brennan, J. M., Fagan, B., Van Maanen, A., Cooke, B. M., Doohan, F. M. (2003): Studies on *in vitro* growth and pathogenicity of European *Fusarium* fungi. European Journal of Plant Pathology 109: 577-587

D. Ivić i sur.: Utjecaj različitih *Fusarium* vrsta na klijanje sjemena  
pšenice u *in vitro* uvjetima

---

5. Čizmić, I. (2003): Bolesti koje se prenose sjemenom pšenice. Glasilo biljne zaštite 5: 307-315
6. Čosić, J., Vrandečić, K. (2003): Fuzarijske bolesti pšenice. Glasilo biljne zaštite 5, 284-288
7. Čosić, J., Vrandečić, K., Svitlica, B. (2004): *Fusarium* vrste izolirane s pšenice i kukuruza u istočnoj Hrvatskoj. Poljoprivreda 1: 5-9
8. Fernandez, M. R., Chen, Y. (2005): Pathogenicity of *Fusarium* species on different plant parts of spring wheat under controlled conditions. Plant Disease 2: 164-170
9. Kang, Z., Irmgard, Z., Buchenauer, H. (2005): Infection of wheat spikes by *Fusarium avenaceum* and alterations of cell wall components in the infected tissue. European Journal of Plant Pathology 11: 19-28
10. Leslie, J. F., Summerell, B. A. (2006): The *Fusarium* Laboratory Manual. Blackwell Publishing, Ames, SAD
11. Mañka, M., Visconti, A., Chelkowski, J., Bottalico, A. (1985): Pathogenicity of *Fusarium* isolates from wheat, rye and triticale towards seedlings and their ability to produce trichothecenes and zearalenone. Phytopathologische Zeitschrift 113: 24-30
12. Maude, R. B. (1996): Seedborne Diseases and Their Control. CAB International, Oxon, Velika Britanija
13. Summerell, B. A., Salleh, B., Leslie, J. F. (2003): An utilitarian approach to *Fusarium* identification. Plant Disease 87: 117-128
14. Wanjiru, W. M., Zhensheng, K., Buchenauer, H. (2002): Importance of cell wall degrading enzymes produced by *Fusarium graminearum* during infection of wheat heads. European Journal of Plant Pathology 108: 803-810
15. Wilcoxson, R. D., Kommedahl, T., Ozmon, A. E., Windels, C. E. (1988): Occurrence of *Fusarium* species in scabby wheat from Minnesota and their pathogenicity to wheat. Phytopathology 5: 586-589
16. Zemánková, M., Lebeda, A. (2001): *Fusarium* species, their taxonomy, variability and significance in plant pathology. Plant Protection Science 1: 25-42

**Adresa autora - Author's address:**

Mr. sc. Dario Ivić  
Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet  
Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb  
E-mail: [divic@agr.hr](mailto:divic@agr.hr)

**Priljeno – Received:**

18. 11. 2009.