

# Ispitivanje antifungalnog djelovanja sekundarnih metabolita endofitnih gljivica

---

**Domijan, Kristina**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:529810>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-22**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Kristina Domijan

Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo

Smjer Ratarstvo

**Ispitivanje antifungalnog djelovanja sekundarnih metabolita  
endofitnih gljivica**

Završni rad

Osijek, 2017.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Kristina Domijan

Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo

Smjer Ratarstvo

**Ispitivanje antifungalnog djelovanja sekundarnih metabolita  
endofitnih gljivica**

Završni rad

Osijek, 2017.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Kristina Domijan

Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo

Smjer Ratarstvo

**Ispitivanje antifungalnog djelovanja sekundarnih metabolita  
endofitnih gljivica**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. doc.dr.sc. Jelena Ilić, mentor
2. prof.dr.sc. Jasenka Čosić, član
3. prof.dr.sc. Karolina Vrandečić, član

Osijek, 2017.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Poljoprivredni fakultet u Osijeku  
Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo, smjer Ratarstvo

Završni rad

Kristina Domijan

### Ispitivanje antifungalnog djelovanja sekundarnih metabolita endofitnih gljivica

**Sažetak:** Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi kako endofitna vrsta *Fusarium subglutinans* djeluje na fitopatogenu gljivicu *Fusarium culmorum*. Provedena su dva pokusa: ispitivanje antimikrobnog djelovanja ekstrakta endofitnih gljivica i metoda inokulacije sjemena. Ekstrakt gljivice *F. subglutinans* nije pokazao fungistatično djelovanje na porast gljivice *F. culmorum*. Metoda inokulacije sjemena s endofitom je dala statistički značajne razlike između klijanaca tretiranih s endofitom *F. subglutinans* i klijanaca koji su bili izloženi samo patogenu. Zrna pšenice inokulirana s endofitom su imala dulje klice. Možemo zaključiti da je endofit *F. subglutinans* pospješio rast i razvoj klice pšenice umjetno zaražene s *F. culmorum* te da je taj utjecaj bio statistički značajan.

**Ključne riječi:** endofiti, sekundarni metaboliti, *Fusarium subglutinans*, *Fusarium culmorum*

16 stranica, 9 slika, 2 tablice i 17 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agriculture in Osijek  
Professional study Plant production

Final work

### Investigation of antifungal influence of secondary metabolites of endophytic fungi

**Summary:** The aim of this study was to find out how endophytic species *Fusarium solani* affects growth of pathogenic fungi *Fusarium culmorum*. Two experiments were carried out: investigation of antimicrobial activity of extracts of endophytic fungi and method of grain inoculation. Extract of fungi *F. subglutinans* did not show fungistatic influence on growth of fungi *F. culmorum*. Method of grain inoculation gave statistically significant difference between shoots infected with endophyte *F. subglutinans* and shoots only infected with pathogen. Wheat grains inoculated with endophyte had longer shoots. We can conclude that endophyte *F. subglutinans* promoted growth and development of grain shoot artificially infected with *F. culmorum* and that influence was statistically significant.

**Key words:** endophyte, secondary metabolites, *Fusarium subglutinans*, *Fusarium culmorum*

16 pages, 9 figures, 2 tables, 17 references

Final work is archived in Library of Faculty of Agriculture in Osijek and in digital repository of Faculty of Agriculture in Osijek

<b>1. UVOD</b> .....	1
1.1. Biološka kontrola bolesti.....	2
1.2. <i>Fusarium subglutinans</i> .....	3
1.3. <i>Fusarium culmorum</i> .....	4
<b>2. MATERIJAL I METODE</b> .....	5
2.1. Priprema ekstrakta endofitnih gljivica.....	5
2.2. Uzgoj endofitnih i patogenih gljivica.....	5
2.3. Ispitivanje antimikrobnog djelovanja ekstrakta endofitnih gljivica.....	5
2.3.1. <i>Primjena filter papira</i> .....	5
2.3.2. <i>Primjena metode otvora na PDA podlozi</i> .....	6
2.3.3. <i>Metoda inokulacije sjemena</i> .....	7
<b>3. REZULTATI I RASPRAVA</b> .....	10
<b>4. ZAKLJUČAK</b> .....	14
<b>5. LITERATURA</b> .....	15

## 1. UVOD

U endofitne organizme spadaju bakterije i gljive koje borave unutar biljnog tkiva te uzrokuju starenje tkiva domaćina (Tan i Zou, 2001). Sve vrste biljaka koje su proučavane u sebi skrivaju barem jednog endofita (Kusari i sur., 2012). Od biljke domaćina endofiti uzimaju nutrijente, a proizvode funkcionalne metabolite za njenu obranu. Endofiti pozitivno utječu na ubrzan rast biljke, negativne učinke okoliša i povećavaju otpornost na fitopatogene.

Gljive se od bakterija razlikuju po načinu razmnožavanja, fiziologiji, te imaju jezgru i dvoslojnu membranu (Karakašević, 1987.). Budući da nemaju kloroplaste, gljive ubrajamo u heterotrofne organizme. Djelimo ih na saprofite, nekrotrofite, simbionte i parazite (Pusztahelyi i sur., 2015). Gljive koje se hrane na mrtvoj biljci nazivaju se saprofiti, one koje prikupljaju hranjive tvari iz žive biljke nazivaju se biotrofi, a gljive koje parazitiraju zdrave stanice biljke i hrane se njihovim nutrijentima nazivaju se nekrotrofi (Carris i sur., 2012.). Gljive proizvode velik broj sekundarnih metabolita neobične kemijske strukture, najčešće u vrijeme aktivnog rasta (Tan i Zou, 2001).

Gljive roda *Fusarium* pripadaju razredu *Hyphomycetes*, redu *Hyphales*. Rod *Fusarium* obuhvaća više od 1000 vrsta prisutnih u svim dijelovima svijeta zbog velike sposobnosti prilagođavanja različitim agroklimatskim uvjetima (Ćosić i sur., 2004.). Pojedine vrste su saprofitske, a neke vrste su fakultativni paraziti. Fitopatogene vrste napadaju velik broj kulturnih biljnih vrsta i korova, značajno smanjuju prinos i kakvoću uroda te radi toga spadaju u ekonomski najznačajnije štetnike (Ćosić i sur., 2004.). Uzročnici su mikoza kod biljaka i mikotoksikoza kod životinja i ljudi (Poštić, 2012.a). Mogu izazvati različite vrste bolesti ovisno o biljnoj vrsti i stadiju razvoja u kojem je zaraza nastala: truljenje sjemena, palež klijanaca, trulež korijena, lukovica i gomolja, korijenovog vrata, donjeg dijela stabljike, palež klasova, trulež klipa, uvelost biljaka (Lević, 2008.). *Fusarium* vrste se razlikuju od ostalih gljiva po svojim srpastim makrokonidijama koje se razlikuju po zakrivljenosti, dužini, širini, broju septi, izgledu bazalne i vršne stanice (Poštić, 2012.a).

U prethodnom istraživanju Poštić i sur (2012.b) izolirani su *Fusarium spp.* s korova koji rastu na poljoprivrednim tlima. Izvršen je test patogenosti 30 *Fusarium* izolata za pšenicu (Ilić i sur., 2012.). Neki od izolata pozitivno djeluju na masu zrna pšenice. Na

višnji uzgojenoj iz kulture tkiva endofiti pozitivno djeluju na njen rast i razvoj (Ilić i sur., 2017.).

Iste izolate primjenjujemo u daljnjem istraživanju utjecaja na patogene uzročnike bolesti iz roda *Fusarium* spp. Cilj našeg istraživanja bio je utvrditi kako endofitna vrsta *Fusarium subglutinans* djeluje na fitopatogenu vrstu *Fusarium culmorum*.

### **1.1. Biološka kontrola bolesti**

U poljoprivrednoj proizvodnji vrlo je važna biološka zaštita. U prirodi svaki živi organizam ima svog prirodnog neprijatelja što osigurava ravnotežu u prirodi. Biološka zaštita je ekološki prihvatljivija, ali i složenija od kemijske zaštite te koristi prirodne neprijatelje patogena za suzbijanje njihove populacije. Najuspješnija sredstva za biološku kontrolu su ona koja se mogu primijeniti pomoću postojećih strojeva i metoda. Stoga su formirana u obliku granula, praha za prskanje ili na bazi ulja tekućih proizvoda s raznim aditivima. U budućnosti možemo očekivati pad u korištenju kemijskih sredstava. Endofitne gljivice se također mogu primjenjivati kao biološka zaštita u borbi protiv patogenih organizama.

### **1.2. *Fusarium subglutinans* (Wollenw. & Rein.) Nelson, Tousson & Marasas**

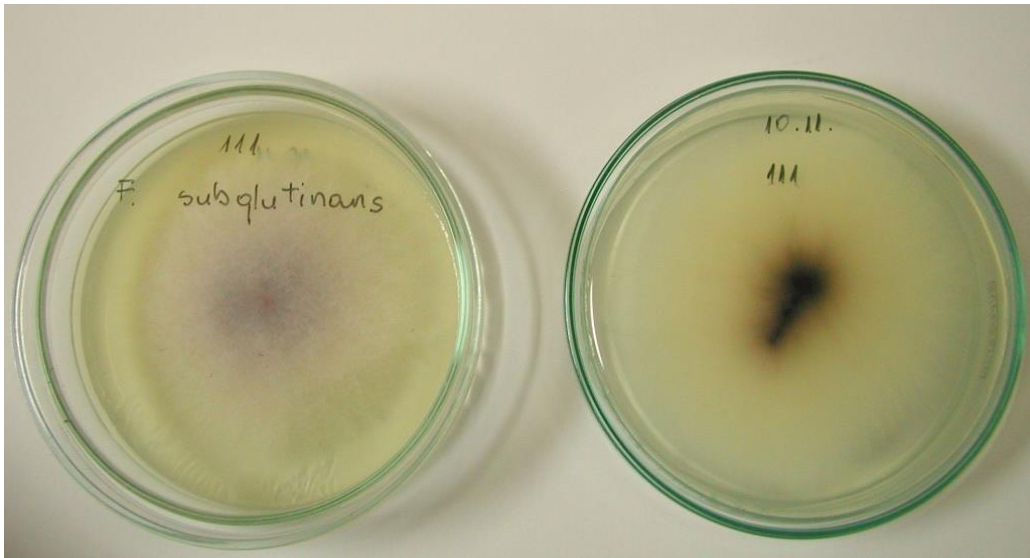
Teleomorf *Gibberella subglutinans* Nelson, Tousson i Marasas.

Sinonimi: *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*, *Fusarium sacchari* var. *subglutinans*, *Gibberella fujikuroi* mating population E

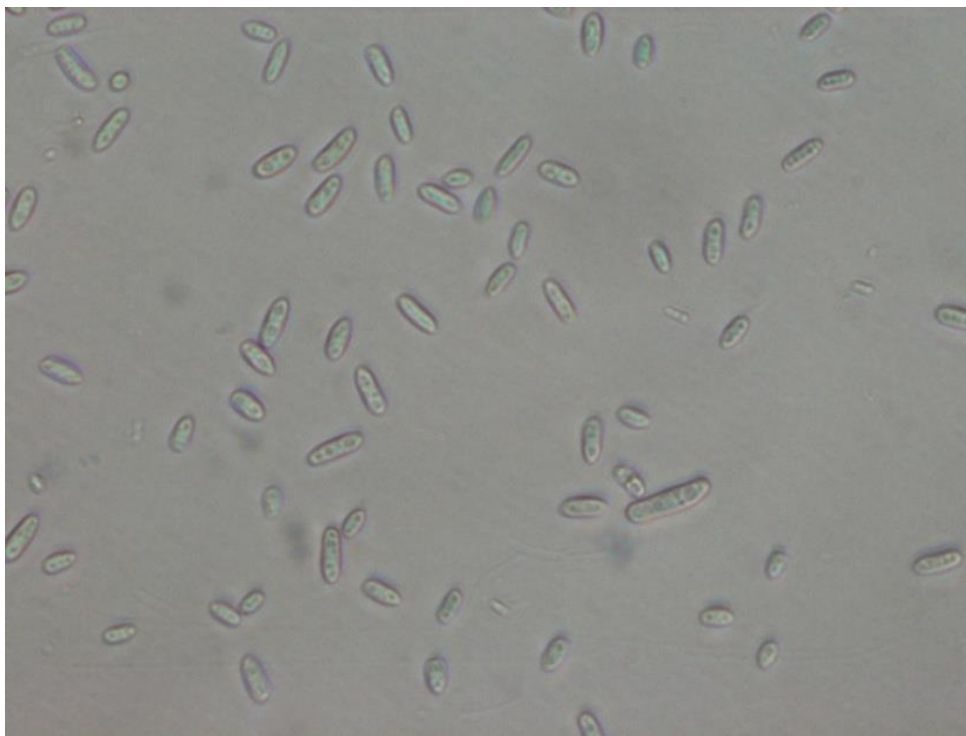
*Fusarium subglutinans* na PDA podlozi razvija bijeli micelij koji vremenom mijenja boju u ljubičastu (slika 1.), dok se boja podloge kreće od bezbojne do tamno ljubičaste ili crne (Poštić, 2012.a). Jednostanične i ovalne mikrokonidije veličine 7,3-12,4 x 1,5-2,8 µm (slika 2.) nastaju u lažnim glavicama. Stvara ih u velikom broju na mono i polifijalidama. Makrokonidije s tri septe veličine 28,1-45,6 do 3,5-4,1 µm., tanke i srpaste češće su na CLA podlozi. Ne stvara hlamidospore.

*F. subglutinans* je izoliran s ostataka kukuruza (28 izolata), *A. theophrasti* (2 izolata), *A. artemisiifolia* (2 izolata) te po jedan izolat s *C. album*, *A. blitoides*, *R. crispus*, *P. lapathifolium* i *X. strumarium*.





Slika 1. *F. subglutinans* na PDA podlozi (Poštić, 2012.a)



Slika 2. Mikrokonidije *F. subglutinans* (Poštić, 2012.a)

### 1.3. *Fusarium culmorum* (W. G. Sm.) Sacc.

Teleomorf: nepoznat

Patogena gljiva koja pripada skupini Discolor je uzročnik fuzariozna žitarica i stvara mikrokonidije samo pod određenim uvjetima. Najčešće obitava na biljnim ostacima u tlu, u hladnijim dijelovima Europe.

Glavni način širenja *F. culmorum* su aseksualne askospore ili konidije koje se šire putem vjetra i kiše. Klas pšenice je inficiran tijekom anteze, a stupanj zaraženosti ovisi o vanjskim čimbenicima, otpornosti kulture na patogen i primjerenu gnojidbu N.

Na PDA podlozi (potato dextrose agar) gljiva vrlo brzo razvija svoj micelij. U početnom porastu micelij je blijedo narančaste boje, vremenom prelazi u crvenkastu do tamno smeđu boju.

Makrokonidije su podijeljene na 3 do 4 septe, jednake veličine i oblika. Nastaju na konidioforima u sporodohijama. Kratke su, šire u sredini, trbušna strana im je ravna a leđna zakrivljena. Hlamidospore stvara vrlo brzo u velikom broju, u zasebnim zancima ili u skupinama.

*Fusarium culmorum* na žitaricama malog zrna, a najviše na pšenici i ječmu prouzrokuje fuzarijsku palež klasa, trulež korijena i donjeg dijela stabljike. Smanjena je kvaliteta i prinos te su žitarica zagađene mikotoksinima (Scherm i sur., 2013.). Pravi štete i na jagodama, karanfilima, poriluku.



Slika 3. *Fusarium culmorum* (Poštić, 2012.a)

## **2. MATERIJAL I METODE**

### **2.1. Priprema ekstrakta endofitnih gljivica**

U Petrijevu se zdjelicu sa endofitnom gljivicom *F. subglutinans* (izolat broj 111) doda 20 ml 100% metanola te se posude oblijepe parafilomom. Zbog mogućnosti trovanja otrovnim parama metanol se izlije u male laboratorijske čaše i ostavi u digestoru kako bi ispario. Tankom sloju suhog taloga ostalog na dnu čašice se doda destilirana voda.

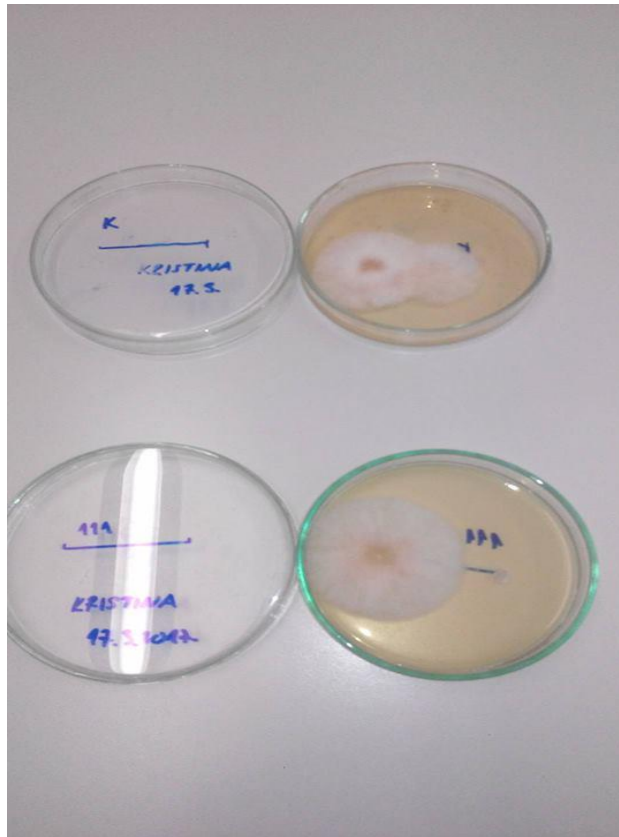
### **2.2. Uzgoj endofitnih i patogenih gljivica**

Endofitnu gljivicu *F. subglutinans* (izolat broj 111) i patogenu gljivicu *F. culmorum* uzgajali smo na hranjivoj podlozi krumpir dekstrozni agar (potato dextrose agar - PDA). Micelij gljivice se s prethodno steriliziranom iglom stavi na sredinu PDA podloge u Petrijevu zdjelicu. Uzgaja se 7 dana u komori na 22°C pri relativnoj vlazi zraka 80% i u svjetlosnom režimu 12 sati dan, 12 sati noć. Razvijeni micelij *F. culmorum* odvojimo u čašu te dodamo 100 ml destilirane vode. Nastalu suspenziju koristimo kao izolat patogena.

### **2.3. Ispitivanje antimikrobnog djelovanja ekstrakta endofitnih gljivica**

#### **2.3.1. Primjena filter papira**

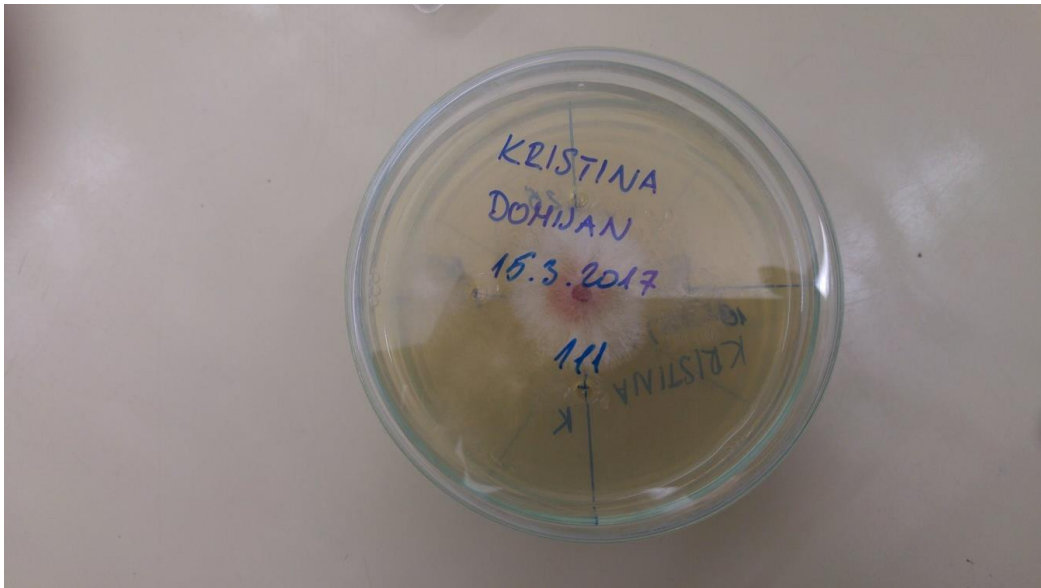
Kružić filter papira stavi se pincetom na 30 sec. u prethodno pripremljeni ekstrakt te na PDA podlogu. *F. culmorum* se nacijepi na PDA podlogu u Petrijevoj zdjelici na udaljenosti od 4cm.



Slika 4. Mjerenje porasta *F.c.* i kontrola (original)

### 2.3.2. Primjena metode otvora na PDA podlozi

U PDA podlozi s prethodno steriliziranim bušačem se naprave četiri okrugla otvora koja se ispune podlogom kako tekućina ne bi otišla pod podlogu. Svaki otvor se ispuni ekstraktom endofitne gljivice, a u sredinu se nacijepi patogena gljivica *F. culmorum*. Brzina rasta patogene *F. culmorum* mjeri se 3., 5. i 7. dan nakon naciepljivanja (Slika 4.).

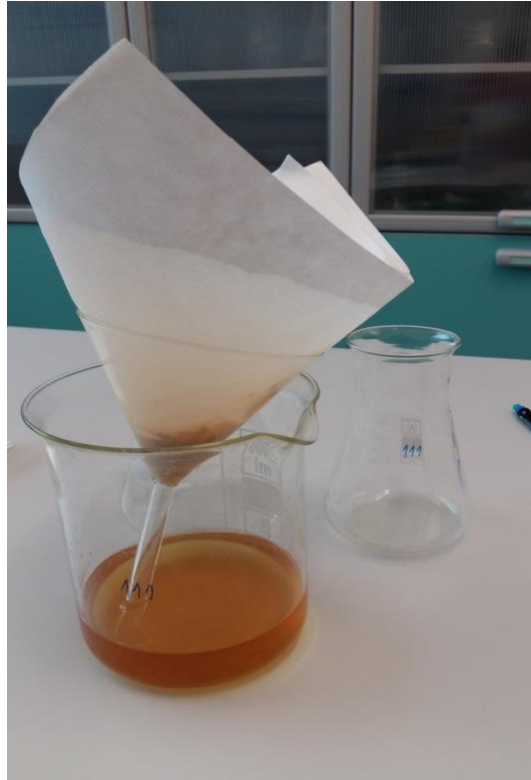


Slika 5. Metoda otvora u PDA podlozi (original)

### 2.3.3. Metoda inokulacije sjemena

*Fusarium* se uzgaja na PDA podlozi 7 dana te nakon toga nacijepi u tekuću podlogu PDB (Potato Dextrose Broth). U svaku Erlenmayer tikvicu od 500 ml se stavi 250 ml podloge i drži na horizontalnoj tresilici 7 dana. Tim postupkom se omogućava aeracija uzorka i sprječava razvoj štetnih mikroorganizama. Suspenziju procijedimo kroz filter papir nakon 7 dana. Za antifungalno djelovanje primjenimo tekući dio.

U dobivenu suspenziju natopimo zrna pšenice. Nakon 2 sata ista zrna stavimo na vlažni filter papir u Petrijevu zdjelicu. Klijance 3 dana nakon toga natapamo sat vremena u suspenziju *F. culmorum*. Suspenzija *F. culmorum* se dobija tako da se *F. culmorum* uzgaja na PDA podlozi 7 dana, micelij se sastruže i doda mu se 40 ml vode. Klijanci se stave na vlažni filter papir po 10 zrna u jednu Petrijevu zdjelicu. Nakon 7 dana se mjeri dužina klijanaca i broj iskljalih zrna.

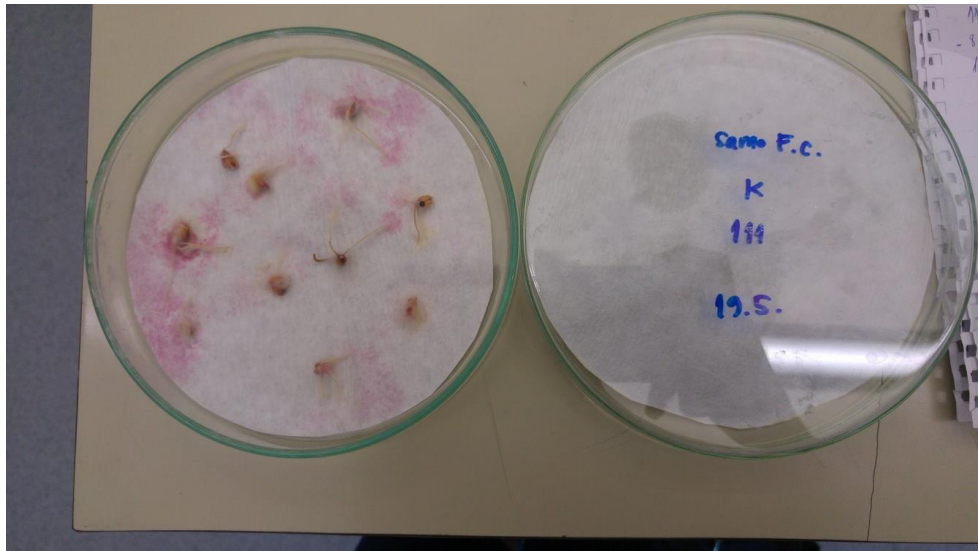


Slika 6. *Fusarium* nacijepljen u tekuću podogu (original)

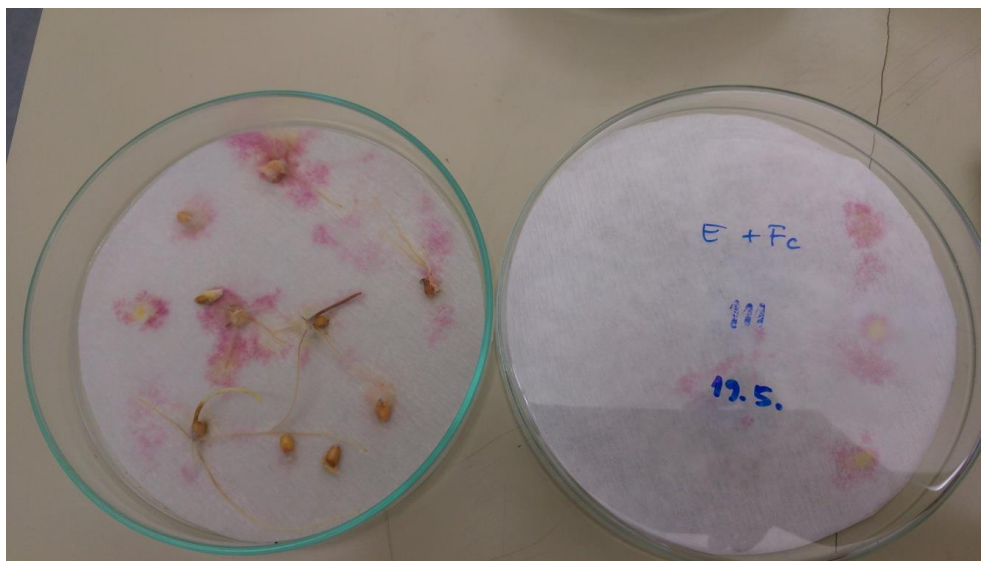


Slika 7. Mućkalica (original)





Slika 8. Kontrola samo *F.culmorum* (original)



Slika 9. Kontrola endofit + *F. culmorum* (original)

### 3. REZULTATI I RASPRAVA

Metode kružića filter papira i otvora u PDA podlozi nisu dale statistički značajne rezultate pri poređenju utjecaja endofitne gljivice na patogen *F. culmorum*.

Metoda inokulacije sjemena s endofitom je pokazala statistički značajne razlike između sjemena inokuliranog s endofitom te naturalnog sjemena, gdje je kod prvog klica bila dulja (Tablica 1 i 2).

**Tablica 1.** Dužine klica iskljalih zrna pšenice

PONAVLJANJA	TRETMANI			K
	1	2	3	
1	0,3	3,8	4,0	1,3
2	0,5	1,9	3,5	0,3
3	1,3	0,3	0,3	0,4
4	-	0,5	0,2	-
5	-	0,2	0,6	-
6	-	-	-	-
7	-	-	-	-
8	-	-	-	-
9	-	-	-	-
10	-	-	-	-

TRETMAN 1, 2, 3 – *F. subglutinans* i *F. culmorum*; K – kontrola (samo *F. culmorum*)

Unutar svakog od tri tretmana *F. subglutinans* i *F. culmorum* korišteno je 10 zrna pšenice. U prvom tretmanu pri mjerenju 3. dan, iskljalo je 3 zrna pšenice. U drugom tretmanu pri mjerenju 5. dan, iskljalo je 5 zrna pšenice. U trećem tretmanu pri mjerenju 7.



dan isključilo je 5 zrna pšenice. Unutar kontrole *F. culmorum* korišteno je 10 zrna pšenice. Isključilo je 3 zrna pšenice.

**Tablica 2.** Ispitivanje utjecaja gljivice *F. subglutinans* na klijavost zrna pšenice zaraženog s *F. culmorum* (jednosmjerna analiza varijance)

Izvor varijabilnosti	Stupanj slobode	Suma kvadrata	Sredina kvadrata	F
Tretmani	1	0.4931	0.4931	1.741875**
Greška	4	1.1323	0.2831	
Ukupno	5	1.6253		
Prosjek pokusa	0.9533	LSD <sub>5%</sub>	1.2059	
Standardna greška pokusa	0,3072	LSD <sub>1%</sub>	2.0000	

Za uspoređivanje sredine tretmana  $T = (x_1 - x_2)/0,434$

Statističkom analizom utvrđene su statistički značajne razlike između zaraženih klijanaca tretiranih s endofitom *F. subglutinans* i klijanaca koji su bili izloženi samo patogenu. Zrna pšenice umjetno inficirana s endofitom su imala dulje klice. Možemo zaključiti da endofit *F. subglutinans* pospješuje razvoj klice pšenice umjetno inficirane s *F. culmorum* te da je njegov utjecaj statistički značajan.

Danas se sve više ispituje antifungalno djelovanje sekundarnih metabolita endofitnih gljivica. Da sekundarni metaboliti povećavaju otpornost na fitopatogene i pozitivno utječu na biljku domaćina do danas je dokazao velik broj autora.

Kriptocin je snažan antimikotik izoliran iz endofitne gljive *Cryptosporiopsis quercina* prisutnoj u stabljici *Tripterygium wilfordii*, a djeluje na snijet riže *Pyricularia oryzae* koja čini 30 % ukupne svjetske štete na usjevu riže (Tan i Zou, 2001.).

Biofungicid izoliran iz endofitne gljive *Ampelomyces quisqualis* pokazuje visok stupanj učinkovitosti u borbi protiv pepelnice vinove loze.

Vrste gljivica *Trichoderma harzianum* imaju svojstva proizvođača antibiotika i enzima kojima razgrađuju hitin i glukone, te su tako značajni u suzbijanju patogena sive pljesni *Botrytis cinerea* na vinovoj lozi, ratarskim i povrtnim kulturama. Pozitivno djeluju na svojstva tla, rast biljaka i prinos (Šubić, 2013.).

Obledo i sur. (2003.) izolirali su *Fusarium oxysporum* iz biljke *Agave vitoria reginae* Moore. Uzorak su koristili u stakleniku za umjetnu infekciju mikro propagiranih biljaka *Agave vitoria reginae*. *Fusarium oxysporum* je dao pozitivan učinak na biljku. Biljke su imale veći korijen, veći broj postrnih korjenčića i stomata, te se povećao sadržaj šećera i klorofila. Biljka je otpornija na bolesti zbog veće fotosintetske učinkovitosti.

Kumar i Kaushik (2013.) izolirali su *Fusarium oxysporum* iz biljke *Jatropha curcas* L, velikog potencijala kao biogorivo. To je biljka koja se prilagođava različitim uvjetima okoliša, te je otporna je na bolesti i štetnike. Ekstrakti endofitnih gljiva izoliranih iz listova *Jatropha curcas* L antifungalno djeluju protiv patogenih gljiva roda *Fusarium*.

Taechowisan i sur. (2005.) izolirali su gljivu *Streptomyces aureofaciens* CMUAc130 iz korijena *Zingiber officinale*. *Streptomyces aureofaciens* CMUAc130 sprječava rast *Fusarium oxysporum* i *Colletotrichum musae* koji su uzročnici antraknoze žita pšenice.

Istraživanje opisano u ovom radu je potaknuto prijašnjim istraživanjem koje je provedeno 2012. godine, gdje su izolirane *Fusarium* vrste s korova na poljoprivrednim tlima. Neki od izolata pozitivno djeluju na masu zrna pšenice (Poštić i sur., 2012.b). Ilić i sur. (2017.) su u drugom istraživanju ispitali utjecaj pet *Fusarium* izolata na rast trešnje uzgojene iz kulture tkiva. U prvom tretmanu provedena je inakulacija podloge, a u drugom inakulacija podloge i biljke. *Fusarium solani* pokazao je najveći pozitivan utjecaj na razvoj trešnje.

U budućnosti treba nastaviti ispitivati antifungalno djelovanje endofitne gljivice *Fusarium subglutinans*, čiji je izolat korišten u ovom istraživanju. Rezultati su pokazali

određeni pozitivan utjecaj na klijavost zrna pšenice, te rast i razvoj klijanaca tretiranih u kombinaciji patogena i endofita. Otvara se mogućnost da je potrebno duže vrijeme razvoja endofita unutar biljke kako bi mogao imati antifungalni utjecaj. Endofitne *Fusarium* vrste kao antagonistički mikroorganizmi su budućnost u biološkoj kontroli fitopatogena.

## 4. ZAKLJUČAK

Nakon ispitivanja u prvom pokusu utvrdili smo da ekstrakt gljivice *F. subglutinans* ne pokazuje fungistatično djelovanje na porast gljivice *F. culmorum*. Jedan od razloga može biti taj što endofitna gljivica u biljci konstantno izlučuje sekundarne metabolite i tako dulje vrijeme štiti biljku od patogena. Otvara se mogućnost da u metodama koje smo primjenili sekundarni metaboliti gljivica nakon prve aplikacije gube učinak.

Metoda inokulacije sjemena s endofitom je pokazala statistički značajne razlike između zaraženih klijanaca tretiranih s endofitom *F. subglutinans* i klijanaca koji su bili izloženi samo patogenu. Zrna pšenice umjetno inficirana s endofitom su imala dulje klice. Možemo zaključiti da endofit *F. subglutinans* pospješuje rast i razvoj klice pšenice umjetno inficirane s *F. culmorum* te da je njegov utjecaj statistički značajan.

Mala je vjerojatnost da će biološka zaštita u potpunosti zamijeniti korištenje kemijskih sredstava, no ona je poljoprivrednoj proizvodnji vrlo je važna pa možemo očekivati pad u korištenju kemijskih sredstava.

## 5. LITERATURA

### Knjiga:

1. Carris, L.M., Little, C.R., Stiles, C.M. (2012.): Introduction to fungi. The Plant Health Instructor.
2. Ćosić, J., Vrandečić, K., Svitlica, B. (2004.): Fusarium vrste izolirane s pšenice i kukuruza u istočnoj Hrvatskoj. *Poljoprivreda*, 10 (1): 5-8.
3. Karakašević, B. (1987): Mikrobiologija i parazitologija, Medicinska knjiga Bgd – Zgb, 1391.
4. Kumar, S., Kaushik, N. (2013.): Endophytic fungi isolated from oil-seed crop *Jatropha curcas* produces oil and exhibit antifungal activity. *PloS one*, 8(2): e56202.
5. Kusari, S., Hertweck, C., & Spiteller, M. (2012.): Chemical ecology of endophytic fungi: origins of secondary metabolites. *Chemistry & biology*, 19(7), 792-798.
6. Lević, J. (2008.): Vrste roda *Fusarium*. Cicero. Beograd, Srbija.
7. Obledo, E.N., Barragán-Barragán, L.B., Gutiérrez-González, P., Ramírez-Hernández, B. C., Ramírez, J.J., Rodríguez-Garay, B. (2003.): Increased Photosynthetic efficiency generated by fungal symbiosis in *Agave victoriae-reginae*. *Plant cell, tissue and organ culture*, 74(3): 237-241.
8. Pusztahelyi, T., Holb, I.J., Pócsi, I. (2015.): Secondary metabolites in fungus-plant interactions. *Frontiers in plant science*, 6, 573.
9. Scherm, B., Balmas, V., Spanu, F., Pani, G., Delogu, G., Pasquali, M., Migheli, Q. (2013.): *Fusarium culmorum*: causal agent of foot and root rot and head blight on wheat. *Molecular Plant Pathology*, 14(4), 323-341.
10. Šubić, M.(2013.): Biološkom borbom protiv biljnih patogena, medjimurje hr.
11. Tan, R.X., Zou, W.X. (2001.): Endophytes: a rich source of functional metabolites. *Natural product reports*, 18(4), 448-459.
12. Taechowisan, T., Lu, C., Shen, Y., Lumyong, S. (2005.): Secondary metabolites from endophytic *Streptomyces aureofaciens* CMUAc130 and their antifungal activity. *Microbiology*, 151(5): 1691-1695.

**Kvalifikacijski radovi:**

1. Ilić, J., Ćosić, J., Jurković, D., Vrandečić, K. (2012.): Pathogenicity of *Fusarium* spp. isolated from weeds and plant debris in eastern Croatia to wheat and maize. *Agriculture* 18, 7-11.
2. Ilić, J., Ćosić, J., Vrandečić, K., Dugalić, K., Pranjić, A., Martin, J. (2017.): Influence of endophytic fungi isolated from symptomless weeds on cheery plants. *Mycosphere* 8(1): 18-30.
3. Postić, J., Ćosić, J., Jurković, D., Vrandečić, K., Saleh, A.A., Leslie, J.F. (2012): Diversity of *Fusarium* species isolated from weeds and plant debris in Croatia. *Journal of phytopathology* 160 (2): 76-81.
4. Poštić, J. (2012). Morfološka i molekularna identifikacija *Fusarium* vrsta i njihova patogenost za pšenicu. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.

**Internetske stranice:**

5. [http://bugs.bio.usyd.edu.au/learning/resources/PlantPathology/disease\\_mgmt/biological\\_ctrl.html](http://bugs.bio.usyd.edu.au/learning/resources/PlantPathology/disease_mgmt/biological_ctrl.html) ( 23.5.2016.).