

# Uzročnici bolesti koji se prenose sjemenom

---

**Error, Daria**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:302342>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-26**



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 J.J. STROSSMAYERA U OSIJEKU  
**FAKULTET AGROBIOTIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Daria Eror, absolvent

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Zaštita bilja

**UZROČNICI BOLESTI KOJI SE PRENOSE SJEMENOM**

**Diplomski rad**

Osijek, 2022.

SVEUČILIŠTE J.J. STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Daria Eror, apsolvant

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Zaštita bilja

**UZROČNICI BOLESTI KOJI SE PRENOSE SJEMENOM**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

Prof. dr. sc. Jasenka Ćosić, predsjednik

Prof. dr. sc. Karolina Vrandečić, mentor

Izv. prof. dr. sc. Jelena Ilić, član

Osijek, 2022.

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. CILJ ISTRAŽIVANJA.....	1
3. MATERIJALI I METODE.....	2
4. UZROČNICI BILJNIH BOLESTI.....	2
4.1. Abiotski uzročnici biljnih bolesti.....	3
4.2. Biotski uzročnici biljnih bolesti.....	4
4.2.1. Bakterije kao uzročnici biljnih bolesti.....	4
4.2.2. Virusi kao uzročnici biljnih bolesti.....	4
4.2.3. Gljive kao uzročnici biljnih bolesti.....	4
4.3. UZROČNICI BOLESTI KOJI SE PRENOSE SJEMENOM.....	5
4.3.1. Značaj bolesti koje se prenose sjemenom.....	5
4.3.2. Otkrivanje gljivičnih uzročnika bolesti koji se prenosi sjemenom.....	7
4.3.3. Otkrivanje bakterijskih uzročnika bolesti koji se prenose sjemenom.....	8
4.3.4. Otkrivanje virusnih uzročnika bolesti koji se prenose sjemenom.....	9
4.3.5. Bolesti koje se prenose sjemenom žitarica.....	10
4.3.5.1. <i>Claviceps purpurea</i> (Fr.) Tul., 1853.....	10
4.3.5.2. <i>Microdochium nivale</i> (Fr.) Samuels & I. C. Hallett, 1983.....	13
4.3.5.3. <i>Fusarium spp.</i> .....	15
4.3.5.4. <i>Tilletia caries</i> (DC.) Tul. & C. Tul., 1847.....	19
4.3.5.5. <i>Ustilago nuda</i> (C. N. Jensen) Kellerm. & Swingle, 1890.....	22
4.3.5.6. <i>Pyrenophora graminea</i> S. Ito & Kurib., 1931.....	24
4.3.5.7. <i>Phaeosphaeria nodorum</i> (E. Müll) Hedjar.....	25
(anamorf: <i>Septoria nodorum</i> (Berk.) Berk. 1845 ).....	25
4.3.5.8. <i>Puccinia striiformis</i> Westend. ....	27
5. ZAKONODAVSTVO U PROIZVODNJI SJEMENA ŽITARICA.....	29
6. MJERE ZAŠTITE.....	30
6.1. TRETIRANJE SJEMENA.....	31
7. ZAKLJUČAK.....	34
8. SAŽETAK.....	35
9. SUMMARY.....	36
10. LITERATURA.....	37
11. POPIS SLIKA.....	41
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	
BASIC DOCUMENTATION CARD	

## 1. UVOD

Riječ bolest dolazi od praslavenskog korijena riječi *bol* što je većinom jedan od simptoma svih bolesti. Ona je prisutna kod svih živih bića pa i biljaka, a nastaje kao reakcija organizma na štetne unutarnje ili vanjske činitelje. Definicija bolesti prema hrvatskoj enciklopediji je da je to poremećaj normalnih odnosa u organizmu sa specifičnim uzorkom i prepoznatljivim simptomima i znakovima (enciklopedija.hr, 2022.). Poznato je da do sada nije donesena jedinstvena definicija bolesti biljaka, a razlog tomu je teško određivanje granice između zdrave i bolesne biljke. Stoga pronalazimo različite definicije, a prema autoricama Ćosić i Ilić (2019.) bolesti biljaka uzrokuju neživi ili živi čimbenici koji dovode do poremećaja životnih procesa. a kao posljedica toga mogu se javiti anatomsko-morfološke ili fiziološko-kemijske promjene (Ćosić i Ilić, 2019.). Stakman i Harrara (1959.) pišu da je bolest biljaka takav "fiziološki poremećaj ili abnormalna građa koja je štetna za biljku ili neki njezin dio ili proizvod, ili koja smanjuje njezinu ekonomsku vrijednost." Agrios (2005.) navodi da je bolest "niz vidljivih i nevidljivih odgovara biljnih stanica na parazite (ili čimbenike okolne sredine) koji izazivaju promjene oblika, funkcije ili integriteta biljke, a to dovodi do slabljenja biljke, njenog uginuća ili propadanja bilo kojeg njenog dijela".

Čimbenici koji uzrokuju biljne bolesti dijele se na neparazitske i parazitske uzročnike bolesti. Parazitski uzročnici su pseudogljive, gljive, virusi, bakterije, viroidi i parazitne cvjetnice, a u neparazitske uzročnike ubrajamo temperaturne ekstreme, manjak svjetlosti, preveliku ili nedovoljnu količinu vlage, manjak ili suvišak mineralnih tvari, ozljede uzrokovane kemijskim agensima te vremenske nepogode i sl.

## 2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog rada je ponuditi pregled uzročnika bolesti koje se prenose sjemenom proučavajući relevantnu literaturu. Kao primjer uzročnika bolesti sjemena dani su patogeni na sjemenu žitarica. Navedeno je vrlo bitno jer poznavanjem uzročnika bolesti koji se prenose sjemenom možemo preventivno djelovati i poduzeti određene mjere kako bi spriječili gubitke prinosa poljoprivredne kulture u budućnosti.

### **3. MATERIJALI I METODE**

S obzirom na to da se za potrebe ovog rada nije provodilo novo istraživanje, u radu će biti korištena do sada napisana literatura. Tijekom prikupljanja materijala za rad su korišteni online pretraživači radova (npr. Google Scholar, Web of Science, CROSB) te knjige i radovi u fizičkom obliku nakon čega se pristupilo proučavanju istih u potrazi za korisnim informacijama. Stoga, glavne metode koje su korištene u pisanju ovog rada su metode analize i sinteze te metoda kompilacije i metoda klasifikacije.

### **4. UZROČNICI BILJNIH BOLESTI**

Biljne bolesti dijele se na neparazitske i parazitske. Neparazitske ili abiotske bolesti uzrokuju neživi čimbenici kao npr. suvišak ili nedostatak svjetlosti, suvišak ili manjak vode, nedostatak ili suvišak pojedinih hraniva, preniske ili previsoke temperature te vremenske nepogode kao što su tuča, snijeg ili jaki vjetrovi i dr., a parazitske ili biotske bolesti uzrokuju mikroorganizmi čiji je razvoj moguć samo uz pomoć biljnog domaćina. Uzročnici parazitskih biljnih bolesti dijele se na pseudogljive, gljive, bakterije, viruse, viroide i parazitne cvjetnice. Pseudomikoze i mikoze su bolesti uzrokovane pseudogljivama i gljivama, bolesti uzrokovane bakterijama nazivaju su bakterioze, a viroze su bolesti uzrokovane virusima. Najbrojniji uzročnici biljnih bolesti su gljive (Volčević, 2006 prema Barešić, 2018: 4.).

Uzročnici velikog broja gospodarski značajnih biljnih bolesti u svijetu ali i u Hrvatskoj su pseudogljive i gljive. Navedeni uzročnici parazitskih biljnih bolesti kozmopolitski su rašireni i sposobni su prilagoditi se različitim okolišnim uvjetima. Također, imaju mogućnost promjene patogenih svojstava uzročnika bolesti te stvaranja novih patotipova parazita (Jurković i sur., 2017.).

Bolesti se mogu prepoznati na temelju vidljivih znakova ili simptoma koji su karakteristični za određenu bolest. Ponekad nije moguće samo na temelju vidljivih simptoma odrediti o kojem se uzročniku bolesti radi. Simptomi su posljedica procesa koji se događaju na ili u biljkama domaćinima kao reakcija same biljke ili aktivnosti uzročnika bolesti. Kako bi uopće došlo do pojave simptoma parazit mora dospjeti u domaćina i u njemu se proširiti. Jedan uzročnik bolesti na istom domaćinu, ali u različitim stadijima može uzrokovati pojavu različitih znakova zaraze ili može na različitim organima istog domaćina izazvati drugačije

simptome. Simptomatologija je znanstvena disciplina koja se bavi proučavanjem gore navedenih promjena. Česti simptomi u biljnoj patologiji su venuće, promjene boje (opća promjena boje, djelomična promjena boja i pjegavost), nekroza ( na listu, na stabljici, nekroza vrha i nekroza u plodu ili sjemenu), trulež ili gnjiloća, morfološke promjene (hipertrofija, hiperplazija, hipoplazija, nanizam, gigantizam, blastomanija, virescencija, proliferacija, nitavost lista i novotvorine), rane, izlučivanje sluzi i smole te prisutnost parazita na biljkama u vidu pepeljastih prevlaka micelija i spora, sorsa i rakastih tvorevina. Osim zaraza koje imaju vidljive znakove bolesti poznate su i latentne zaraze, odnosno bolesti bez simptoma (Ćosić i sur., 2006.).

#### **4.1. Abiotski uzročnici biljnih bolesti**

Čimbenici okoline utječu na razvoj biljke kao domaćina, a istovremeno i na razvojni ciklus samog parazita kao uzročnika bolesti. Najznačajniji utjecaj imaju čimbenici tla kao što su npr. ishrana i vlažnost te čimbenici zraka koji uključuju vlažnost, temperaturu i klimatske uvjete (Kišpatić, 1992.).

Temperatura zraka ima veliki utjecaj na mogućnost infekcije, također utječe i na temperaturu domaćina, te na brzinu razvoja bolesti nakon ostvarene infekcije. Primjerice, niske temperature uzrokuju povećanu osjetljivost biljaka na napad parazitskih uzročnika bolesti jer se za posljedicu javljaju usporene faze klijanja i nicanja. Ugibanje biljaka može uzrokovati suvišak vode, a manjak vlažnosti dovodi do smanjenja turgora i izaziva venuće i sušenje biljaka. Nekim gljivama i bakterijama pogoduje nedovoljna opskrba tla vodom za napad dok drugima vlažno tlo omogućava jači napad osobito ako se parazit nalazi u tlu. Manjak ili suvišak makroelemenata i mikroelemenata ima utjecaj na otpornost i osjetljivost domaćina kao i na razvoj bolesti. Svaka bolest je specifična pa tako postoje one koje se intenzivno razvijaju na biljkama slabije opskrbljenim hranjivima, ali i one koje se bolje razvijaju na dobro hranjivima opskrbljenim biljkama (Kišpatić, 1992.).

## 4.2. Biotski uzročnici biljnih bolesti

### 4.2.1. Bakterije kao uzročnici biljnih bolesti

Fitopatogene bakterije uzročnici su bolesti koje se nazivaju bakterioze. Podrijetlo riječi fitopatogen je od grčkih riječi: *phyton*- biljka; *pathos*- bolest; *genein*- izazvati. Fitopatogene bakterije mogu biti polifagne. Može se reći da su u usporedbi s virusima i gljivama zaraze bakterijama u većini slučajeva manje značajne. Bakterije se razmnožavaju vegetativno, uglavnom dijeljenjem. Fakultativni su paraziti jer mogu preživjeti i bez domaćina. U biljke ulaze putem prirodnih otvora (stome, lenticle, hidatode) ili kroz otvore koji su nastali kao posljedica djelovanja abiotskih i biotskih čimbenika (insekti, tuča, kiša i sl.). Za razvoj fitopatogenih bakterija potrebna je optimalna temperatura od 25 °- 30 °C, a vitalnost gube pod utjecajem prevelike količine sunčeve svjetlosti. Odgovaraju im uvjeti povećane vlage, do razvoja infekcije u većini slučajeva neće doći bez kapi vode. Fitopatogene bakterije prenose se putem čovjeka, insekata, životinja, vodom i zračnim strujama. Nepovoljne životne uvjete najčešće preživljavaju u organima ili tkivu biljke domaćina. Prenose se sjemenom ili žive u tlu kao saprofiti (Kišpatić, 1992.).

### 4.2.2. Virusi kao uzročnici biljnih bolesti

Riječ virus dolazi od latinske riječi *virus* čije je značenje otrov. Virusi uzrokuju bolesti koje nazivamo viroze. Napadaju biljke, životinje, ljude te bakterije i druge mikroorganizme. Obligatni su paraziti. Čestice virusa su submikroskopske veličine. Virusi se ne razmnožavaju, već se umnažaju u živoj stanici izabranog domaćina. Specifično je za viruse da zaražene i bolesne biljke uglavnom ne ugibaju nego da slabije rastu, manje su rodne, a plodovi su slabije kvalitete. Virusi u biljke domaćine ulaze preko rana. Zaraza virusom može biti lokalna ili sistemična. Virusi se prenose i šire mehaničkim putem, cijepljenjem, reznicama, izdancima, vegetativnim organima, insektima, nematodama, gljivama, cvjetnicama, tlom i sjemenom (Kišpatić, 1992.).

### 4.2.3. Gljive kao uzročnici biljnih bolesti

Bolesti koje uzrokuju gljive nazivaju se mikoze, a znanost koja ih proučava mikologija. Riječ gljiva dolazi od latinske riječi *fungi* i grčke riječi *mycota*. Fitopatogene gljive uzrokuju oko 75 % biljnih bolesti. U biljku koju su izabrali za domaćina prodiru na tri načina, a oni su: ulazak kroz prirodne otvore, ulazak putem mehaničkih otvora nastalih kao posljedica ozljeda



na tijelu biljaka ili izravnim putem kroz tkivo domaćina. Svaka fitopatogena gljiva može uzrokovati bolest kod jedne vrste biljaka ili više njih, a svaka biljna vrsta može biti domaćin nekoj vrsti fitopatogene gljive. Hranu mogu uzimati na nekoliko načina, a to su: izravno uzimanje hrane od biljnog domaćina kojeg napadaju i na taj mu način čine štetu zbog čega se nazivaju parazitima, fitopatogene gljive koje ne mogu samostalno proizvoditi hranu već ovise isključivo o domaćinu nazivaju se obligatni paraziti a gljive koje su sposobne samostalno priskrbiti hranjive tvari potrebne za razvoj nazivaju se fakultativni paraziti. Fitopatogene gljive produciraju enzime pomoću kojih oštećuju staničnu stjenku biljnog domaćina, izlučuju otrovne tvari kojima oštećuju živu tvar stanice biljaka, a također uzrokuju promjene količine i aktivnosti tvari koje utječu na rast biljaka.

Gljive se mogu razmnožavati vegetativno odnosno dijeljenjem hifa te sporama. Spore se mogu održati u biljnim ostacima, u tlu, u vektorima koji ih prenose, sjemenu biljaka itd., a šire se pomoću vjetrova, vode, poljoprivrednom mehanizacijom, insektima itd.. (Ćosić i sur., 2006.).

### **4.3. UZROČNICI BOLESTI KOJI SE PRENOSE SJEMENOM**

#### **4.3.1. Značaj bolesti koje se prenose sjemenom**



Slika 1. Sjeme žitarica (izvor: <https://gospodarski.hr>)

Kako bi se zadovoljile osnovne prehrambene potrebe stalno rastućeg stanovništva, potrebno je povećati poljoprivrednu proizvodnju u cijelom svijetu. S obzirom da se većina usjeva uzgaja upravo sjemenom, vrlo je važna sadnja isključivo zdravog sjemenskog materijala. Glavni čimbenici zdravog sjemena su fizička i fiziološka kvaliteta, te čistoća i zdravlje sjemena. Procjena zdravstvenog stanja sjemena vrši se pregledom sjemena na prisutnost ili odsutnost insekata i biljnih bolesti koje se prenose sjemenom. Poznato je da kvaliteta sjemena povećava produktivnost za 10 do 15 %. Uspjeh suvremene poljoprivredne proizvodnje i visina prinosa ovisi o sjemenu bez prisutnosti uzročnika bolesti. Napredak poljoprivrednih gospodarstava i upotreba novih tehnologija u tretiranju sjemena dovelo je do smanjenja epidemija uzrokovanih biljnim bolestima. Patolozi koji se bave proučavanjem biljnih bolesti dijele ih u tri kategorije: bolesti koje se prenose sjemenom, bolesti koje se prenose tлом i bolesti koje se prenose zrakom. Proučavanje bolesti koje se prenose sjemenom naziva se patologija sjemena. Znanost o patologiji postoji više od sto godina, ali izraz patologija sjemena prvi put su približili široj javnosti Paul Neegaard i Mary Noble 1940. godine (Gaur i sur. 2020.). Sjemenom se prenose patogeni s generacije na generaciju, što je loše jer je sjeme sastavni dio svjetske trgovine, a ima namjenu u prehrani ili u uzgoju usjeva. Prema podacima iz literature 90 % uzgojenih usjeva u cijelom svijetu, razmnožava se sjemenom. Transportom sjemena u razne dijelove zemlje, ono postaje tihi prijenosnik uzročnika bolesti koji se aktiviraju kada se sjeme posije (Schwinn, 1994. prema Gaur i sur., 2020.).

Gljive, bakterije i virusi mogu se prenositi u sjemenu, na sjemenu ili sa sjemenom. S obzirom na navedeno uzročnici bolesti dijele se na vanjske i unutrašnje patogene. Uzročnik bolesti koji se nalazi na površini sjemena u obliku konidija, micelija ili nekih drugih spora u mirovanju poznat je kao vanjski uzročnik bolesti. Uzročnik bolesti koji se nalazi u unutrašnjosti sjemena može se nalaziti neposredno ispod sjemenog omotača, endosperma ili embrija i to uglavnom u obliku micelija koji je u stanju mirovanja, a s aktivnošću započinje ovisno o odgovarajućim okolišnim čimbenicima. Klijanje sjemena aktivira micelij koji započinje rast u korijen. Micelij raste međustanično u sve dijelove biljnog domaćina (Gaur i sur., 2020.).

Važnost bolesti koje se prenose sjemenom proučava se prema gubicima koje uzrokuju. Utjecaj fitopatogenih gljiva je vrlo značajan. Bolesti koje se prenose sjemenom uzročnici su kvalitativnih i kvantitativnih gubitaka u poljoprivrednoj proizvodnji. Brojni poremećaji

moгу dovesti do smanjenja prinosa usjeva. Kod uzročnika bolesti *Claviceps spp.* i *Ustilago spp.* dolazi do zamjene cvjetnih organa domaćina plodonosnim organima parazita. Krstašice zaražene gljivama *Alternaria brassicicola* i *Phoma lingam* za posljedicu imaju reduciranu veličinu sjemena te vidno zgnječeno sjeme (Gaur i sur., 2020.). Brojne gljive koje se prenose sjemenom mogu uzrokovati trulež usjeva ili nekrozu. Promjena boje se može klasificirati u tri skupine, a to su: površinske nekrotične lezije crno-smeđe do sive boje uočljive na inficiranom sjemenom omotaču, prevlake uzrokovane gljivicama u vidu crnih točkica i različite boje pigmentata na usjevima. Također, uzročnici bolesti koje se prenose sjemenom dovode do smanjenja ili potpunog gubitka sposobnosti klijanja. Uzročnici bolesti koji se prenose sjemenom aktiviraju se prilikom sijanja sjemena, što može dovesti do propadanja sjemena ili njegovog slabljenja prije ili nakon nicanja. Posljedica navedenog je propadanje biljke domaćina u polju. Širenje patogena je u prošlosti bilo ograničeno na lokalna područja, ali modernizacijom transporta i uvođenjem novih ruta došlo je do povećanja mogućnosti širenja uzročnika bolesti na veća područja unutar zemlje i u druge zemlje. Rizik od zaraze se povećao unošenjem biljnog materijala između zemalja. Sjeme je najvažnije sredstvo za održavanje biljnih uzročnika bolesti. Patogeni u sjemenu imaju duži životni vijek nego u vegetativnim dijelovima biljke domaćina ili u tlu. Također, veća je mogućnost rane infekcije na polju. Zaraza koja se prenosi sjemenom, vrlo brzo se može proširiti pod povoljnim uvjetima i dovesti do epidemije (Gaur i sur., 2020.).

#### 4.3.2. Otkrivanje gljivičnih uzročnika bolesti koji se prenosi sjemenom

Uzročnici bolesti koji se prenose sjemenom predstavljaju prijetnju poljoprivrednim usjevima. Sjeme je idealan domaćin patogenima jer im omogućava dugotrajniji životni vijek i lakše širenje u nova područja. Postoje razne metode za otkrivanje uzročnika bolesti u sjemenu. Prilikom odabira metode bitno je provjeriti koliko je pouzdana, dugotrajna ili isplativa. Metode koje se koriste za otkrivanje i identifikaciju patogena moraju zadovoljiti neke zahtjeve, a oni su: specifičnost, osjetljivost, brzina, jednostavnost, isplativost i pouzdanost. Konvencionalne metode koje se koriste za ispitivanje zdravlja sjemena mogu identificirati fitopatogenu gljivu i odrediti kojoj vrsti pripada, a uključuju vizualni pregled, selektivne podloge, analizu rasta sadnica i serološke testove. Navedene metode često se koriste, ali imaju nedostatke kao što su smanjena učinkovitost i osjetljivost (Kumar i sur., 2020.).

Značajan napredak u molekularnoj biologiji olakšao je brzu identifikaciju uzročnika bolesti koji se prenose sjemenom. Molekularne metode pokazale su velik potencijal u otkrivanju uzročnika bolesti koji se nalaze u sjemenu. Karakteriziraju ih specifičnost, osjetljivost, brzina, jednostavnost izvedbe i interpretacije te jednostavna upotreba. Metode detekcije temeljene na DNK s obzirom da su dovele do smanjenja troškova i imaju veću učinkovitost mogu zamijeniti neke druge testove i olakšati borbu protiv uzročnika bolesti koji se prenose sjemenom. Svaka metoda koja se koristi za otkrivanje biljnih bolesti ima i svoja ograničenja. Prije korištenja potrebno je izvršiti ispitivanja na zaraženom sjemenu i procijeniti primjenjivost, preciznost i točnost rezultata. Konvencionalne metode često se koriste prilikom otkrivanja fitopatogenih gljiva koje se prenose sjemenom, ali su relativno teške za rad, potrebni su stručnjaci prilikom izvedbe, a analiza rezultata je dugotrajna. Konvencionalne metode mogu zamijeniti metode zasnovane na PCR i ELISA testovima. Lančana reakcija polimeraze (PCR) je metoda koja omogućuje amplifikaciju i multiplikaciju cijelog niza DNK, čime se olakšava otkrivanje patogena u sjemenu. ELISA je imunoenzimski test koji se koristi za identifikaciju bolesti na temelju antitijela i promjene boje. Vrlo je važno posebnu pozornost pridati ranom otkrivanju uzročnika bolesti jer fitopatogene gljive koje se prenose sjemenom predstavljaju ozbiljnu prijetnju propadanju usjeva. Također, sjemenke im omogućuju dugoročni opstanak i služe kao sredstvo za njihovo širenje u nova područja. Razlika u zarazi sjemena i vegetativnih dijelova biljke je u tome što zaraza na sjemenu može biti asimptomatska što onemogućava vizualno otkrivanje uzročnika bolesti (Kumar i sur., 2020.).

#### 4.3.3. Otkrivanje bakterijskih uzročnika bolesti koji se prenose sjemenom

Bakterije su nakon gljivica drugi važni uzročnici bolesti. Kriteriji koji se koriste prilikom odabira tehnike za otkrivanje uzročnika bolesti sjemena ovise o cilju ispitivanja, npr. treba li sjeme testirati zbog dobivanja certifikata, karantene i dr.. Ukoliko se sjeme testira zbog karantene, potrebna je upotreba visoko osjetljivih metoda koje imaju mogućnost otkriti vrlo mali broj bakterijskih patogena. Za otkrivanje bakterijskih uzročnika bolesti koriste se klasične metode, metode na bazi nukleinskih kiselina i proteina te spektroskopske i slikovne tehnike. Prema Singh i Singh Rathaur, (2020.) napredne metode uključuju testove poput imunoenzimskog testa (ELISA), lančane reakcije polimeraze (PCR) i radiografskog testa. Biološki test je najstariji test ispitivanja zdravstvenog stanja sjemena koji se još uvijek koristi. Potvrda prisutnosti fitopatogenih bakterija su izraženi simptomi na biljkama

domaćinima. Test curenja uobičajeni je test za dijagnosticiranje biljnih bolesti uzrokovanih bakterijama. Uobičajeni simptom bakterijskih bolesti venuća usjeva uočava se na površini svježe prerezanih dijelova teško zaraženih biljaka u vidu ljepljivog mliječno bijelog eksudata. Navedeni simptom javlja se samo u slučaju venuća uzrokovanog fitopatogenim bakterijama. Za identifikaciju bakterija koje se prenose sjemenom koristi se i bakteriofagi. Jedan od preduvjeta za korištenje bakteriofaga u ispitivanju zaraze sjemena je da bakterijske stanice moraju biti sposobne održati se na životu kako bi bile omogućile rast bakteriofaga (Singh i Singh Rathaur, 2020.).

#### 4.3.4. Otkrivanje virusnih uzročnika bolesti koji se prenose sjemenom

Virus se kao uzročnik bolesti može pojaviti u različitim vrstama sjemena i sjemenog materijala i upravo se na taj način lako širi, te uzrokuje ogromne gubitke prinosa i financijske gubitke poljoprivrednika. Zaraza sjemena virusima dovodi do smanjenja prinosa, promjene sjemena kao što su promjena boje i oblika te smanjenje klijavosti. Transport sjemena jedan je od glavnih načina prenošenja i preživljavanja brojnih biljnih virusnih uzročnika bolesti. Integrirana zaštita usjeva od virusnih uzročnika bolesti obuhvaća zdrav sadni i sjemenski materijal, otpornost domaćina, uništavanje alternativnih domaćina, prilagođavanje datuma sjetve u žetve kako bi se izbjegli povoljni uvjeti za širenje virusa, kontrola vektora virusa pomoću insekticida, zamki ili rubnih usjeva. Kontrola širenja virusa je obavezna, jer ne postoji alternativa za liječenje zaraženih biljaka. Virusi u biljkama mogu biti prisutni u malim koncentracijama, a isto tako biljka domaćin ne mora nužno pokazivati simptome zaraze ali može biti prijenosnik. Zbog navedenih razloga nužno je osmisliti i razviti pouzdane i brze testove za otkrivanje virusnih uzročnika bolesti. Brzo i pravovremeno otkrivanje i dijagnoza infekcija uzrokovanih virusima na poljoprivrednim kulturama od velike je važnosti u sprječavanju širenja virusa putem sjemena i sadnog materijala. Za otkrivanje i klasifikaciju virusa i njihovih sojeva u sjemenu koristi se nekoliko metoda temeljenih na biološkim, biokemijskim i imunološkim svojstvima te na svojstvima nukleinskih kiselina (Kaur i sur., 2020.). Najčešće korištena metoda je konvencionalni PCR test. Biološki testovi temelje se na simptomima izazvanim virusima na biljkama domaćinima u vidu eksperimenta i mogu ponuditi detaljne informacije za otkrivanje i dijagnozu virusa, ali su dugotrajne i zahtijevaju puno prostora. Fizičke metode uključuju elektronski mikroskop kao metodu za proučavanje sjemena i sadnog materijala i identifikaciju virusa. Dobiveni rezultati zahtijevaju daljnja istraživanja. Negativna strana fizičke metode je što ti

testovi zahtijevaju vrlo skupe instrumente i njihovo održavanje. Serološke metode nadilaze ograničenja bioloških i fizičkih metoda jer su brže i preciznije. Serološka imunoenzimska metoda (ELISA) koja se temelji na sposobnosti antitijela da prepoznaju antigen uzročnika bolesti i vežu se na njega (Kaur i sur., 2020.).

#### 4.3.5. Bolesti koje se prenose sjemenom žitarica

##### 4.3.5.1. *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul., 1853

Ergot se javlja širom svijeta u područjima gdje prevladavaju umjereni klimatski uvjeti. Najčešće napada raž i proso, rjeđe pšenicu i uzgojene i divlje trave, a rijetko ječam i zob. Ergot koji napada kukuruz javlja se samo u Meksiku. Bolest uzrokovana gljivicom *Claviceps purpurea* čini štetu na 5 do 10 % zrna na zaraženim glavama. Uzročnik bolesti uzrokuje razvoj sklerocija umjesto normalnih zrna što može dovesti do trovanja ljudi putem kruha ili životinja koje unesu sklerocije putem njihove hrane. Prvi simptomi javljaju se kao kremaste kapljice ljepljive tekućine koje se uočavaju na mladim cvjetovima zaraženih glava. Kapljice se ubrzo zamjenjuju tvrdom gljivičnom masom ljubičasto crne boje promjera nekoliko mm i duljine od 0,2 do 5 cm. To su sklerocije ili ergoti gljive koji rastu umjesto jezgre i sastoje se od tvrde zbijene mase gljivičnog tkiva.



Slika 2. Simptomi zaraze *Claviceps purpurea* (izvor: <https://fungi.myspecies.info> )

Ergot uzrokuju *Claviceps purpurea*, *Claviceps sorghi*, *Claviceps africana* i dr. vrste (Agrios, 2005.). Gljiva prezimljuje kao sklerocija na ili u zemlji ili pomiješana sa sjemenom. U proljeće za vrijeme vlažnijeg i hladnijeg vremena, u vrijeme cvatnje žitarica dolazi do klijanja sklerocija. Sklerocije formiraju od 1 do 60 stroma koje imaju drške duge 0,5 do 2,5 cm. Na vrhu svake strome (Slika 3.) nalazi se sferična glavica na čijem se obodu razvijaju brojni periteciji, a svaki od njih sadrži mnogo askusa. Svaki askus sadrži osam dugih, višestaničnih askospora. Kako bi izvršile zarazu askospore se do cvjetnih organa prenose pomoću vjetra ili kukaca, te na njima klijaju i jajnike zaraze izravno ili putem stigme. Kroz tjedan dana u jajniku dolazi do stvaranja sporodohija koje proizvode konidije. Konidije izlaze iz mladih cvjetova u obliku medne rose koja privlači kukce koji ju raznose do zdravih biljaka i vrše zarazu. Normalno i zdravo sjeme zamijenjeno je kompaktnom masom gljivičnog micelija, koja na kraju tvori karakteristične sklerocije. Sklerocije sazrijevaju otprilike u isto vrijeme kad i zdravo sjeme, te padaju na tlo i prezimljuju.



Slika 3. Strome (izvor: <https://fungi.myspecies.info>)

Ergotizam nije više tako česta pojava kod ljudi iako se i dalje javljaju slučajevi neobjašnjivog trovanja, ali je zato od velike ekonomske važnosti u slučaju izazivanja bolesti kod životinja. Zaraženo zrno koje sadrži više od 0,3% sklerocija može uzrokovati ergotizam, te se kao takvo ne smije prodavati u svrhu prehrane ljudi. Kako bi se ispunili svi zakonski standardi potrebno je ukloniti sve sklerocije što je vrlo skupo i mukotrpno, te zbog toga mnoge siromašne zemlje i dalje imaju sklerocije u tragovima u hrani za životinje. Tragovi sklerocija su često otrovni za stoku i mogu dovesti do zatajenja reproduktivnih organa ili gangrene perifernih dijelova (Haarmann i sur., 2009.).



Slika 4. Simptomi zaraze *Claviceps purpurea* na sjemenu (izvor: <https://ahdb.org.uk>)

Zaštita biljaka od ergota u potpunosti ovisi o upotrebi čistog sjemena. Ergot se iz sjemena može ukloniti pomoću strojeva ili natapanjem sjemena u vodi oko tri sata, nakon čega se sjeme stavlja u otopinu 100 l vode i 18 kg soli što dovodi do odvajanja sklerocija od sjemena. Sklerocije zakopane duboko u zemlji ne mogu preživjeti duže od jedne godine i neće proklijati, pa duboko oranje ili plodored koji ne uključuje žitarice najmanje godinu dana može pomoći u suzbijanju patogena na određenom polju. Divlje trave se trebaju redovno kositi i to prije cvatnje s ciljem sprječavanja razvoja sklerocija i kako bi se izbjeglo trovanje stoke, također se na taj način i sprječava širenje gljivica na uzgojene trave i žitarice.



#### 4.3.5.2. *Microdochium nivale* (Fr.) Samuels & I. C. Hallett, 1983

Uzročnik snježne plijesni i paleži klasova *Microdochium nivale* prvenstveno napada pšenicu i raž, ali može zaraziti i ječam, zob te korove iz porodice *Poaceae*. Snježna plijesan uglavnom se javlja nakon otapanja dugotrajnih naslaga snijega krajem zime i u vrlo rano proljeće. Simptomi napada na biljkama u ranim fazama razvoja slični su simptomima koje uzrokuju druge gljive iz roda *Fusarium* što može dovesti do krive identifikacije uzročnika bolesti (Tomasović i sur., 1994.).

U proljeće nakon otapanja snijega najlakše se uočavaju prvi simptomi zaraze. Mogu se uočiti oaze odumrlih biljaka polegnutih na površini tla i prekrivenih bijelo ružičastom prevlakom micelija koja nalikuju plijesni (Slika 5.). Prevlaka će nestati uslijed sunčanog i vjetrovitog vremena. Zaražene biljke u oazama su zakržljale, neiznikli klijanci uvijeni su poput vadičepa i mogu se uočiti znakovi truljenja u zoni korijena. Biljke koje prežive rani napad neoštećene, zaostaju u rastu i razvoju i ponekad može doći do truljenja korijena. U fazi busanja u rukavcima listova mogu se uočiti pjegice koje su u unutrašnjosti svjetlije boje sa tamnijim rubovima.

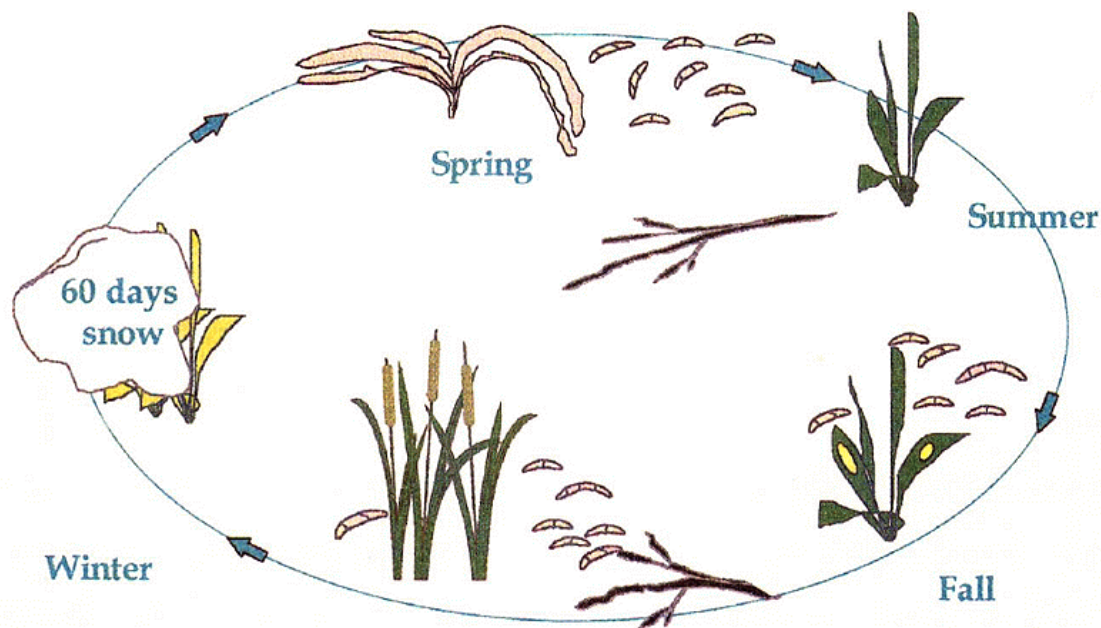


Slika 5. Simptom zaraze *Microdochium nivale* (izvor: <https://upload.wikimedia.org>)

Uzročnik bolesti može uzrokovati i palež klasova čiji se simptomi javljaju u vidu vodenastih pjega na pljevicama, a za vlažnog vremena mogu se uočiti sporodohije narančaste boje.

Stabljiku prstenasto obuhvaćaju lezije smečkaste boje. Ranije infekcije uzrokuju šturost zrna, a kasnije infekcije ne utječu na razvoj zrna. Konidije najčešće imaju tri septe, kratke su i srpaste sa izduženom vršnom stanicom. U periteciju koji se nalazi na podnožju vlati spolnom oplodnjom nastaju askusi sa 6-8 askospora. *Microdochium nivale* se može prenositi sjemenom zbog spora koje se zadržavaju na zrnu. U fazi klijanja sjemena uzročnik bolesti klija zajedno s biljkama i uništava koleoptil, što za posljedicu ima zakržljalost biljke i nastanak praznih mjesta u usjevu. Gljiva može prezimiti i na biljnim ostacima u polju, te na taj način zaraziti mlade biljke (Tomasović i sur., 1994.). Životni ciklus ove gljive prikazan je na slici 6 (Tronsmo i sur., 2001.).

Vlažno i hladno vrijeme pogoduje širenju bolesti, pa su s obzirom na to u prvom redu ugrožena područja s većim količinama snježnih padalina tj. obalna i brdska područja za koja su karakteristične hladnije zime. Spore koje se formiraju na bolesnim biljkama u proljeće ili ljeto na klasove mogu dospjeti pomoću kiše, vjetra ili se prenose kukcima.



Slika 6. Razvojni ciklus bolesti uzročnika *Microdochium nivale* (izvor:

<https://www.researchgate.net>)

Sjetva tretiranog i dorađenog sjemena je najučinkovitija mjera zaštite protiv snježne plijesni jer se na taj način unište sve spore. Plodored je također jedna od mjera zaštite, kao i rano uništavanje alternativnih domaćina. Oporavku i nastavku razvoja napadnutih i preživjelih biljaka može pridonijeti rana prihrana u proljeće (Tomasović i sur., 1994.).

#### 4.3.5.3. *Fusarium spp.*

*Fusarium spp.* rod je nesavršenih gljiva koje prema spolnom stadiju pripadaju pododjelu *Ascomycota*, a prema nespolnom stadiju u pododjel *Deuteromycota*. Rod *Fusarium* opisao je 1809. godine F. Link. Vrste ovog roda imaju veliku sposobnost prilagodbe na stresne okolišne čimbenike, te su stoga široko rasprostranjene u svim agroklimatskim uvjetima što im daje mogućnost da napadaju velik broj vrsta. Fuzariozna oboljenja raširena su u svim uzgojnim područjima žitarica i mogu biti napadnute tijekom cijele vegetacije. Gljive roda *Fusarium* izazivaju bolesti kod velikog broja biljnih vrsta iz različitih porodica. S obzirom na vrijeme zaraze i ovisno o dijelu zaražene biljke, razlikujemo palež klasova pšenice, palež klijanaca i trulež korijena pšenice, ječma i kukuruza, te trulež stabljike i klipa kukuruza. Izvor zaraze je zaraženo sjeme, biljni ostaci u tlu te alternativni domaćini kao što su korovi.

**Fuzarijska palež klasova pšenice** (*Fusarium head blight*, FHB) (Slika 7.) najznačajnija je fuzarijska bolest pšenice, ali i drugih strnih žitarica kao što su ječam, zob i tritikale. Zaraza značajno utječe na količinu i kakvoću prinosa na način da smanjuje oplodnju, broj zrna, te nalivenost i klijavost (Ćosić i sur., 2013.). Najčešći i najpatogeniji uzročnici paleži klasova koji imaju značajan utjecaj na smanjenje količine i kakvoće prinosa su *Fusarium graminearum* i *Fusarium culmorum* (Matić i sur., 2020., Champeil i sur., 2004.). Prema Ćosić i sur. (2004.) najdominantniji uzročnik fuzarijske paleži klasova na području Republike Hrvatske je vrsta *Fusarium graminearum*. Zaraza gljivom *Fusarium graminearum* uzrokuje sterilnost klasova i smanjenje veličine zrna što dovodi do značajnih gubitaka u proizvodnji pšenice. Zaražena zrna pšenice su sitna i naborana, a često mogu biti i prekrivena bijelom ili ružičastom prevlakom. Na stražnjoj strani zrna mogu se uočiti ovalne mrlje prozirne sredine i smeđih rubova. Zrna mogu biti zaražena od faze cvjetanja pa sve do kraja vegetacije. Najveće štete na zrnu mogu se uočiti u godinama s visokim temperaturama, iznad 22 °C i uz relativnu vlagu zraka, iznad 85 % (Ćosić i Vrandečić, 2003.). Ukoliko su zrna zaražena neposredno nakon oplodnje ona su sitnija, smežurana i ne mogu klijati, a ako do zaraze dođe u kasnijem razvoju, zrna izgledaju normalnije, nisu izgubila masu kao ni klijavost (Slika 8.). Zaraza može obuhvatiti pojedine klasiće, samo dio klasa ili cijeli klas.



Slika 7. Simptomi zaraze *Fusarium* head blight na pšenici (izvor: <https://www.world-grain.com>)

Na polju se simptomi najbolje uočavaju u fazi mliječne zriobe, u vidu slamnato žute boje bolesnih dijelova klasa i narančastih sporodohija formiranih na bazi klasića. Sporodohije se sastoje od konidija i konidiofora. Navedeni simptomi za posljedicu imaju smanjen broj i masu zrna, dolazi do razgradnje granula škroba i uskladištenog proteina kao i staničnih stijenki (Ćosić i sur., 2013.).



Slika 8. Simptomi zaraze *Fusarium* spp. na zrnju pšenice (izvor: <https://cropscience.bayer.co.uk>)

**Fuzarijska trulež korijena i stabljike pšenice** razvija se tijekom cijele vegetacije, a najizraženiji simptomi se mogu uočiti poslije klasanja prijevremenim ugibanjem biljke i pojavom bijelih klasova. Klasovi u vlažnim uvjetima bivaju zaraženi saprofitnim

mikroorganizmima i poprimaju crnu boju. Simptomi se mogu pojaviti i u vidu nekrotičnih tamnih površina na nodijima i internodijima, a na uzdužnom presjeku vlati uočava se prevlaka bjeličasto-ružičastih naslaga micelija. Štetnost i proširenost ove bolesti može se usporediti sa štetnosti bolesti polijeganja pšenice. U slučajevima kad iza jakog napada polijeganja biljaka uslijedi jak napad fuzarioze vlati dolazi do najvećih šteta. Posljedice napada se očituju na rukavcima listova na donjem dijelu vlati. Dolazi do pojave smeđih, a kasnije i crnih nekrotičnih pjega. Kod jačih napada inficirani su i donji nodiji i tkivo oko njih. Rana i jaka infekcija za posljedicu imaju odumiranje cijele biljke. Uspješnosti bolesti pridonosi visoka relativna vlažnost zraka pri bazi vlati i uzak plodored. Ovaj tip bolesti uzrokuju *Fusarium graminearum*, *Fusarium culmorum* i neke druge *Fusarium* vrste (Tomasović i sur., 1994.).

*Fusarium* vrste kod kukuruza uzrokuju trulež zrna i palež klijanaca, trulež korijena, stabljike i klipa u svim uzgojnim područjima kukuruza gdje prevladava umjerena i suptropska klima.

**Fuzarijska trulež klipa kukuruza** je najznačajniji tip bolesti jer dolazi do stvaranja mikotoksina koji ukoliko dođe do konzumacije zaraženih dijelova kukuruza uzrokuju kronične ili akutne mikotoksikoze kod stoke i u nešto manjoj mjeri kod ljudi (Logrieco i sur., 2002.). Neki od najčešćih uzročnika bolesti kod kukuruza su vrste *Fusarium graminearum*, *Fusarium verticillioides*, *Fusarium subglutinans* i *Fusarium proliferatum*. Pojava simptoma na biljkama kukuruza kao što su trulež sjemena ili klijanaca za posljedicu ima prorijeđene usjeve, a najčešće se navedeni simptomi javljaju prilikom uzgoja kultura u uskom plodoredu ili u monokulturi te kao posljedica sjetve zaraženog sjemena. Osnovni čimbenici koji utječu na intenzitet pojave fuzarijske truleži klipa kukuruza su tip simptoma, tolerantnost genotipova te količina oborina i temperature. Fiziološka i kemijska svojstva klipa, svile i zrna, trulež stabljike i oštećenja uzrokovana štetnicima također se mogu pribrojati čimbenicima važnima za bolesti. Trulež klipa kukuruza u jačem se intenzitetu očituje kod biljaka koje su ranije posijane te kod biljaka koje sporije otpuštaju vlagu iz zrna (Lević i sur., 2004.). Sjetva zaraženih zrna kukuruza za posljedicu ima zrna koja najčešće neće izniknuti ili ako i dođe do nicanja formirani klijanci se slabo razvijaju i propadaju. Gljiva u tlu je izvor zaraze i inficira zrno kukuruza na mjestima gdje su se pojavila oštećenja od zemljišnih insekata ili nematoda. Dolazi do nekroze i propadanja klijanaca i biljaka u ranoj fazi razvoja, a korijen nekrotizira i potamni. Otpornije biljke mogu preživjeti napad i nastaviti rast i razvoj jer uzročnik bolesti prelazi u fazu mirovanja. Na bolesnim klipovima kukuruza moguće je

uočiti dva tipa simptoma. Na vrhu klipa kukuruza u vidu crveno-ružičaste ili prljavo sivo-ružičaste prevlake koja se pruža od vrha prema bazi klipa uočljiv je prvi tip simptoma. Kod jačih slučajeva zaraze klipa komušina u potpunosti biva prekrivena micelijem parazita i zajedno sa svilom zalijepljena za klip kukuruza. Između zrna se može uočiti prevlaka bjeličastog micelija parazita (Slika 9.). Zrna su također zahvaćena, s njih se trulež širi na oklasak koji uslijed toga oslabi i lako je lomljiv. Ranije zaraze klipova dovode do njegove potpune truleži. *Fusarium graminearum* najčešći je uzročnik prvog tipa simptoma. Kod kasnijih infekcija simptomi nisu uočljivi na površini klipa, već između redova zrna ili na poprečnom presjeku klipa. U nekim godinama, u vrijeme berbe vidljivi su crni periteciji, plodišta telemorfno stadija gljive *Gibberela zaeae*, u kojima nastaju askusi s askosporama (Lević i sur., 2004).



Slika 9. Prevlaka micelija *Fusarium graminearum* na zrnju kukuruza (izvor:

<https://www.syngenta.ca>)

Visoka vlaga uskladištenog zrna pogoduje nastavku razvoja bolesti. Na klipovima kukuruza uskladištenim s visokim postotkom vlažnosti tijekom zime i pada temperature razvoj truleži je u fazi mirovanja, ali u proljeće i s porastom temperature dolazi do nastavka rasta i razvoja parazita što može dovesti do potpune truleži uskladištenih klipova kukuruza. Razlika između

prvog i drugog tipa simptoma je u tome što je kod drugog tipa zarazom obuhvaćen manji ili veći broj zrna na jednom ili više mjesta na klipu kukuruza. Na zaraženim zrnima uočljiva je blijedo-ružičasta praškasta prevlaka, koja ponekad može biti ljubičaste boje s narančastim nakupinama sporodohija. Drugi tip simptoma uzrokuju *Fusarium verticillioides*, *Fusarium subglutinans*, *Fusarium proliferatum* te *Fusarium oxysporum* (Lević i sur., 2004.).

**Fuzarijska trulež korijena i stabljike kukuruza** može se dogoditi u najranijim stadijima razvoja, od klijanja sjemene pa do formiranja četiri lista. Navedeni tip bolesti poznat je i kao palež klijanaca, a posljedica je unutrašnje ili dubinske infekcije zrna. Gljiva se u tlu održava kao saprofit, pa do zaraze može doći i iz tla. Na primarnim klicinim i na bočnim-hipokotilnim korjenčićima pojavljuju se simptomi u vidu sitnih, 1-2 mm dugih svjetlo smeđih pjega koje se povećaju. Pjege se šire i formiraju prsten oko korijena, a obuhvaćeno područje nekrotizira. Kod razvijenijih biljaka sa bolje razvijenim korijenjem na mjestima zaraze nastaje ulegnuće. Pred kraj vegetacije na inficiranom korijenju uočljiva je karakteristična crvena boja kao jedan od simptoma fuzarijske truleži (Jurković, 1981.). Simptomi truleži stabljike kukuruza kod osjetljivih hibrida javljaju se nakon faza metličanja i svilanja, ali se gljiva može pojaviti prije cvatnje. Na najnižim internodijama, oko nodija nastaju tamne zone različitih oblika i veličina. Razvojem bolesti, stabljika postaje slamnato žuta i mekana. Simptom pomoću kojega se zna da je riječ o gljivi iz roda *Fusarium* je pojava tamne, ružičaste ili crvene boje u parenhimu stabljike i na korijenu (Jurković, 1981.).

Mjere zaštite od bolesti koje se mogu primijeniti su: sjetva zdravog i dezinficiranog sjemena u nezaraženo tlo, plodored u kojem se izmjenjuju pšenica i kukuruz značajno povećava mogućnost zaraze, pa je potrebno u plodoredu pšenicu izmjenjivati s kulturama kao što su npr. soja, šećerna repa ili suncokret. Alternativni domaćini i inficirana zrna koja su u tlu završila prilikom žetve također su važan izvor zaraze, te se stoga velika važnost pridaje dekontaminaciji tla prije same sjetve i dubokom zaoravanju žetvenih ostataka (Jurković, 1981.).

#### 4.3.5.4. *Tilletia caries* (DC.) Tul. & C. Tul., 1847

Tvrda, pokrivena ili smrdljiva snijet pšenice najranije je opisana bolest pšenice i prva za koju je dokazano da se prenosi sjemenom. Prisutna je u gotovo svim uzgojnim područjima pšenice (Cvjetković, 2022.). Bolest uzrokuju dvije gljive koje su biološki vrlo slične i uzrokuju slične simptome, ali se međusobno razlikuju po izgledu teliospora, *Tilletia tritici* i

*Tilletia laevis*. Teliospore kod *Tilletia tritici* imaju ornamentiranu površinu i svjetlo žute do smeđe-crvene su boje, a za *Tilletia laevis* karakteristična je glatka površina teliospora i maslinasta boja. Naziv bolesti potječe od neugodnog mirisa po smrdljivoj ribi, koji potječe od spoja trimetilamina kojega sadrže teliospore. Obje gljive napadaju pšenicu, ječam, raž, tritikale, trave i travnate korove. Pojava bolesti ima negativan utjecaj na prinose žitarica. U Hrvatskoj su najveće štete zabilježene 2000. godine kada je bolest uništila 1 400 tona pšenice. Brašno koje se proizvelo od zaražene pšenice poprimilo je neugodan miris pokvarene ribe, a životinje koje su ga konzumirale kao posljedicu su imale razne zdravstvene poremećaje (Sever i Cvjetković 2012.). Prvi simptomi zaraze uočavaju se tek u fazi klasanja, promjene koje se javljaju ranije nisu specifične i teško ih je uočiti u usjevu. Zaraženi su svi klasovi jednog busa, rijetka je pojava da pojedina zrna izbjegnu zarazu.



Slika 10. Simptomi zaraze *Tilletia caries* na klasu pšenice (izvor:

<https://www.gospodarstvo-petricevic.hr>)



Zaraženi klasovi ne mogu procvasti, duže zadržavaju zelenu boju i stoje uspravno, jer su lakši od onih klasova u kojima su zdrava zrna. Klasovima zbog inficiranih zrna koja su tamnije boje, okruglastog oblika, kraća i nešto šira od zdravih, pljevice stoje dalje od klasnog vretena pa klasovi izgledaju nakostriješeno (Slika 10.). Zaražena zrna imaju neoštećen perikarp, a endosperm je pretvoren u crnu, praškastu masu teliospora (Slika 11.).

Prema autorima Sever i Cvjetković iz članka 2012. godine u jednom zaraženom zrnu može biti od 4 do 9 milijuna teliospora. U žetvi dolazi do pucanja zaraženih zrna prilikom čega se oslobađaju teliospore koje kontaminiraju zdrava zrna i tlo. Ako se posije kontaminirano sjeme istovremeno sa zrnom klijanju i teliospore u bazidij koji sadrži 8 do 16 bazidiospora. Anastomozom dolazi do kopulacije fiziološki različitih bazidiospora te nastaje diploidni micelij.



Slika 11. Simptomi zaraze *Tilletia caries* na zrnu pšenice (izvor: <https://extensionaus.com.au>)

Micelij prodire u vlat prije njenog nicanja i nastavlja svoj razvoj prema meristemu. Za klijanje teliospora najpovoljnija relativna vlaga je 40 do 60 %, a optimalna temperatura za infekcije je od 5 do 10 °C. Micelij u povoljnim vremenskim uvjetima prorasta meristemsko staničje i nastavlja svoj rast i razvoj zajedno s biljkom. Zaraza je češća kod ozime pšenice koja se sije kasno u jesen a kod jare kada se sije u rano proljeće jer se zbog nižih temperatura produžuju faze klijanja i nicanja. Mogućnost zaraze prestaje uslijed pojave zelene klice. Kontaminirano sjeme glavni je izvor zaraze. Osnovna mjere zaštite od bolesti je sjetva certificiranog i fungicidima tretiranog sjemena. Osim navedenog za zaštitu od bolesti potrebno je koristiti otpornije sorte pšenice, pravilan plodored te suzbijanje korovnih vrsta koji su potencijalni domaćini bolesti. Poželjno je i obratiti pozornost na uvjete koji mogu

pridonijeti bržoj klijavosti i nicanju, pa s obzirom na to sjetvu pšenice odraditi u ranoj jeseni i kasnom proljeću, odnosno kada su temperature zraka iznad 15 °C jer se najveći broj zaraza ostvaruje na temperaturama od 6 do 9 °C (Jurković i sur., 2017.).

#### 4.3.5.5. *Ustilago nuda* (C. N. Jensen) Kellerm. & Swingle, 1890

Prašna snijet može se javiti na ječmu i pšenici. Bolest je opisana prije nove ere, pa se zbog toga ubraja u jednu od najstarijih bolesti pšenice. Uzročnik prašne snijeti ječma je *Ustilago nuda*.



Slika 12. Simptomi zaraze *Ustilago nuda* na ječmu (izvor: <https://assets.syngenta.ca>)

Bolest se javlja u svim područjima uzgoja ječma u vrijeme cvatnje i u odgovarajućim uvjetima. Gljivi odgovaraju umjerene temperature i visoka vlažnost zraka, dok se na sušnim i vrućim područjima vrlo rijetko javlja. U Hrvatskoj je prašna snijet na pšenici iznimno rijetka pojava, dok se na ječmu može uočiti svake godine, ali bez ekonomski značajnih posljedica. Bolest može uništiti velik dio usjeva na nekim uzgojnim područjima ječma.

Spore prašne snijeti šire se putem zaraženog sjemena, a unutar njega se nalazi micelij. Teliospore su okrugle i smeđe su boje i zarazu mogu izvršiti isključivo u vrijeme cvatnje ječma pa sve do mliječne zriobe. Sporama odgovara vlažno, oblačno i hladno vrijeme s temperaturama od 16-22 °C. Optimalni uvjeti za klijanje teliospora su relativna vlaga zraka 95 % i temperature 20-25 °C (Dean, 1969.). Aktivnost micelija koji se nalazi unutar sjemenke u obliku gema raste počekom klijanja. Unutar klice ili neposredno uz nju dolazi do intenzivnog dijeljenja stanica micelija. Zaražena sjemenka zadržava zdrav izgled sve do trenutka formiranja klasova ječma. Tijekom klasanja dolazi do transformacije i fragmentacije micelija uslijed čega nastaje velik broj teliospora. Posljedično svi dijelovi klasa osim klasnog vretena bivaju razoreni i pretvoreni u crnu praškastu masu. Zaražene biljke klasaju desetak dana ranije od zdravih što omogućava teliosporama sazrijevanje do faze cvatnje nezaraženih biljaka. U vrijeme cvatnje zdravih biljaka dolazi do zaraze.



Slika 13. Simptomi zaraze *Ustilago nuda* na pšenici (izvor: <https://www.koppert.co.uk>)

Teliospore raznošene vjetrom dospijevaju na njušku tučka i prokliju u začetak micelija koji prodire do plodnice u kojoj se formira gema. Obilne i česte kiše u vrijeme zaraze mogu isprati teliospore sa zaraženih klasova na tlo gdje će one brzo propasti. Mjere borbe protiv prašne snijeti ječma temelje se na sjetvi zdravog i certificiranog sjemena, uporabi otpornih genotipova i tretiranju sjemena sistemčnim fungicidima.

#### 4.3.5.6. *Pyrenophora graminea* S. Ito & Kurib., 1931

Uzročnik prugavosti lista ječma početkom 20. stoljeća prouzrokovao je značajne štete na usjevima. Ima tendenciju da pri jačim zarazama učini ogromne štete na usjevima ječma, uglavnom zbog sjetve zaraženog sjemena. Gubici su značajni i kreću se od 60-80 %, a na malim posjedima štete mogu biti i 100 % jer zemljoposjednici prilikom sjetve upotrebljavaju vlastito sjeme (Johnston i sur., 1982.). U Hrvatskoj se javlja sporadično i ne uzrokuje značajne štete. Ozimi ječam je osjetljiviji od jarog na simptome bolesti, a na kulturama kao što su pšenica, zob i raž se rijetko javlja. Bolest se prenosi isključivo sjemenom u kojemu je gljiva prisutna u obliku konidija ili micelija (Alasić, 2009.). Zaraženo sjeme gotovo da nije moguće identificirati. Simptomi prugavosti lista ječma mogu se početi pojavljivati ubrzo nakon nicanja sadnica, ali često nisu vidljivi do šest tjedana nakon sadnje. Bolest se očituje u vidu malih, klorotičnih, izduženih mrlja koje se kasnije razvijaju u bijele ili žute pruge koje se protežu duž listova. Svaki list može imati 5-7 pruga koje s vremenom postaju tamnosmeđe. Za vlažnog vremena pruge su prekrivene nakupinama konidija. Razvojem biljaka simptomi se šire pa se s obzirom na to na novim listovima uvijek mogu uočiti žute pruge. Prije sazrijevanja sve zaražene biljke poprimaju slamnatu boju. Kako bolest napreduje listovi se iskidaju i savijaju. Zaražene biljke rijetko klasaju, klasovi su jedva vidljivi jer ostaju sakriveni u rukavcu lista. Rijetko može doći do proizvodnje sjemena jer su klasovi sterilni, a ako se i proizvede zrna su sitna i smežurana. Na biljnim ostacima ječma stvaraju se pseudoteciji u kojima se formiraju askusi s askosporama, najčešće ih je 4-8. Askusi s askosporama nisu značajni za pojavu i razvoj bolesti. U vrijeme klijanja ječma na sjemenu se nalaze konidije koje klijaju u micelij. Micelij inficira primarni i sekundarni korijen mladih biljaka. Prema Jurković i sur. (2017.) micelij i konidije na sjemenu mogu preživjeti i do 5 godina. Kondije nastaju na konidioforima, vretenastog su oblika i imaju 1-6 septi. Konidije imaju sposobnost inficiranja sjemena tako što ih vjetar raznosi u vrijeme klasanja do klasova ječma. Spore dospijevaju između pljevica i sjemenog zametka i klijaju u micelij koji ostaje i nakon žetve usjeva i takvo sjeme predstavlja izvor zaraze.



Slika 14. Simptomi zaraze *Pyrenophora graminea* (izvor: <https://laji.fi>)

Razvoju bolesti pogoduje hladno vrijeme početkom vegetacijske sezone. Zaraza zrna ječma moguća je tijekom cijele vegetacije do mliječne zriobe. Prugavost lista ječma prenosi se isključivo zaraženim sjemenom te je stoga osnovna mjera zaštite sjetva zdravog, certificiranog sjemena.

#### 4.3.5.7. *Phaeosphaeria nodorum* (E. Müll) Hedjar

(anamorf: *Septoria nodorum* (Berk.) Berk. 1845 )

*Phaeosphaeria nodorum* uzročnik je pjegavosti lišća i smeđe pjegavosti pljevica pšenice koja se najčešće javlja i najopasnija je tijekom godina s obilnim padalinama. Glavni domaćin ove gljive je pšenica, a osim nje parazitira i na raži, zobi i ječmu te na brojnim korovnim vrstama rodova *Avena*, *Agropyron*, *Agrostis*, *Bromus*, *Dactylis*, *Festuca*, *Lolium* i *Poa*. Bolest se širi putem zaraženog zrna, zaraženih biljnih ostataka i pomoću velikog broja alternativnih domaćina, već navedenih rodova korova. Bolest je široko rasprostranjena i može uzrokovati značajne štete na usjevima jer osim što napada listove parazitira i pljevice što je razlog smanjene kvalitete sjemena. Na napad su osjetljivije kasne sorte i polegli usjevi. Glavni izvor zaraze je zaraženo sjeme. Parazit se često javlja u kombinaciji s pepelnicom klasa i gljivama roda *Fusarium*. Pšenica slabije dozrijeva, što uzrokuje pojavu sitnijih zrna smanjene mase. Gljiva napada koleoptilu, plojke, rukavce, vlati i vretno. U jesen se na tek izniklim biljkama mogu uočiti klorotične, izdužene pjege koje uslijed jačih zaraza mogu dovesti do sušenja biljaka. Bolest će ostati neprimjećena ukoliko ne dođe do širenja.

Simptomi karakteristični za *Phaeosporia nodorum* vidljivi su u jesen na koleoptili u vidu sitnih, ovalnih, smeđih pjega tamnijeg ruba. U proljeće se na listovima i rukavcima listova mogu uočiti simptomi u vidu sitnih pjegica oblika leće čija je sredina svjetlo smeđe, a rubovi tamno smeđe boje (Slika 15.). Dolazi do sušenja lišća od vrha pa prema rukavcu. Najveće štete uzrokuju simptomi koji se javljaju na klasu, odnosno na pljevicama klasa jer tada parazit prelazi na zrno koje je izvor zaraze. Na klasovima se prvo vide male smeđe pjege na gornjoj polovini vanjske pljevice (Slika 16.). Pjege se povećavaju i s vremenom može doći do spajanja istih. U unutrašnjosti pjega mogu se golim okom uočiti male crne točkice, piknidi, odnosno plodišta gljive sa sporama. Pojava piknida može izostati na lišću, ali se uvijek nalaze na nodijima, rukavcima listova i pljevicama. Zaražena zrna su deformirana i smežurana s prepoznatljivim smeđim pjegama.



Slika 15. Simptomi zaraze *Septoria nodorum* na listovima (izvor: <https://www.apsnet.org>)

Micelij gljive je višestanični, intracelularni i intercelularni i može se razvijati na svim organima pšenice. Piknidi nastaju nespolnim putem. Piknospore se nakon izlaska iz piknida šire vjetrom do 10 m i kišom do 1 m. Optimalne temperature za klijanje piknida su 20-25°C, uz visoku vlagu zraka i u prisutnosti vode (McMullen, 2016.). Tijekom ljeta gljiva se na biljnim ostacima ili na korovnim vrstama održava saprofitski. Zarazu mogu obaviti askospore, konidije ili micelij. Pseudoteciji nastaju spolnim putem, u njima se nalazi velik broj askusa od kojih svaki sadrži 8 askopora. Plodišta služe za održavanje parazita u nepovoljnim uvjetima.



Slika 16. Simptomi zaraze *Septoria nodorum* na klasu (izvor:

<https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/fungalasco/pdlessons/Article%20Images/Mehra2.JPG>)

Razvoju bolesti pogoduju česte izmjene kišnog i sunčanog razdoblja. Veće količine oborina između faze klasanja i završetka cvatnje mogu dovesti do vrlo velikih zaraza. Optimalna temperatura za zarazu je od 20 do 25 °C, ali do zaraze može doći i pri temperaturama od 5 do 37 °C. Za zarazu je potrebna i visoka relativna vlaga zraka, viša od 69 % te rosa ili kiša (Jurković i sur., 2017.). Zaštita usjeva se provodi pravilnom agrotehnikom, što uključuje plodored, optimalan rok sjetve i uništavanje korova kao alternativnih domaćina te sjetva zdravog, tretiranog sjemena.

#### 4.3.5.8. *Puccinia striiformis* Westend.

*Puccinia striiformis* uzročnik je žute ili crtičave hrđe. Bolest je prvi put opisana 1777. godine na europskom kontinentu, a do danas se toliko proširila da ju se može pronaći na svim ostalim kontinentima, osim Antartike. Smatra se jednom od najopasnijih i najštetnijih bolesti pšenice koja se unatoč karantenskim mjerama proširila na sva uzgojna područja pšenice putem kontaminiranog sjemena. U Hrvatskoj se bolest pojavila relativno kasno, tek 1929. godine. U mnogim zemljama može prouzročiti gubitke prinosa pšenice od 10 do 70 % (Šubić i Pajić, 2014.). Žuta hrđa osim pšenice napada još ječam, raž i zob te također parazitira i neke divlje vrste iz rodova *Agropyron*, *Aegilops*, *Dactylis*, *Bromus*, *Hordeum* (Ćosić i sur., 2015.). Gljiva se može razvijati na svim zelenim nadzemnim dijelovima pšenice, ali simptomi se najčešće pojavljuju na licu listova i pljevama klasova. Bolest je ime dobila zbog karakterističnih simptoma u vidu žutih pruga, tj. crtica koje su poredane u usporedne redove. Žute pruge su uredosorusi. Uredosorusi su sitni i limun žute boje, poredani u paralelne nizove između lisnih žila. U jesen kod ranih zaraza na mladim biljkama uredosorusi su bez

nekog reda razbacani po listovima pšenice. Simptomi su prvo vidljivi na donjim listovima, a kasnije se prošire i na gornje. Krajem vegetacije uredosorusi se preobrazu u crne teliosoruse koji su trajno prekriveni epidermom. Žuta hrđa osim uredostadija koji je glavni ima još i teliostadij, dok ecidijski nije poznat. Uredospore su okrugle, limunasto žute boje. Teliospore klijaju u bazid s bazidiosporama, ali ne zaražavaju pšenicu pa im uloga nije poznata. Prema istraživanju Vallavieille-Pope i sur. (1995.) utvrđeno je da je za klijanje uredospora potrebna temperatura od 8 °C do 12 °C. Gljiva nepovoljne uvjete preživljava kao micelij i u tom obliku može podnijeti niske temperature zraka od - 10°C do - 15 °C. Prema Šubić i Pajić (2014.) infekcije su moguće nakon nicanja biljke i pojave prvih listova i sve dok su nadzemni dijelovi biljke zelene boje. U odgovarajućim uvjetima do pojave simptoma dolazi u tjednu nakon zaraze, a sedam dana kasnije razvijaju se uredospore.



Slika 17. Simptomi zaraze *Puccinia striiformis* (izvor: <https://www.researchgate.net> )

Kako bi došlo do širenja zaraze potrebne su odgovarajuće temperature, vlažnost zraka i vjetar. Visoka vlažnost zraka omogućava uredosporama da se pričvrste za površinu biljnog tkiva. Žuta hrđa najbolje se razvija pri temperaturama zraka od 10 °C do 15 °C, dok joj temperature niže od 0 °C i više od 21 °C ne odgovaraju. Osim temperature za zarazu je potrebna visoka vlažnost zraka u trajanju 4-6 sati i vjetar koji ima ulogu širenja bolesti na



veće udaljenosti. Preventivna zaštita od žute hrđe podrazumijeva sjetvu tolerantnih sorti i dezinficiranog sjemena s obzirom na to da se gljiva prenosi sjemenom, a u slučajevima pojave bolesti preporuka je primjena fungicida.

## **5. ZAKONODAVSTVO U PROIZVODNJI SJEMENA ŽITARICA**

Pravilnik o stavljanju na tržište sjemena žitarica (NN 28/2022) određuje na koji će se način odvijati proizvodnja sjemena. Proizvođači sjemena moraju biti upisani u Upisnik dobavljača pod određenim brojem pod kojim se vode u Ministarstvu poljoprivrede. Uvjete koje proizvođači moraju zadovoljiti propisuje Pravilnik o upisu u upisnike dobavljača, laboratorija i uzorkivača poljoprivrednog sjemena i reprodukcijskog materijala (NN 8/2022). Proizvođač sjemena mora biti vlasnik neke poljoprivredne površine i imati zaposlenu odgovornu osobu koja će rukovoditi proizvodnjom sjemena. Nakon obavljenog upisa proces proizvodnje započinje prijavom površina pod sjemenskim usjevom Hrvatskom centru za poljoprivrednu hranu i selo, odnosno Zavodu za sjemenarstvo i rasadničarstvo što je propisao Pravilnik o stavljanju na tržište sjemena žitarica (NN 28/2022). Sjemenski usjev za ozime žitarice može se prijaviti do 1. travnja tekuće godine, a uz prijavu obavezno je priložiti skice lokacije, certifikat od sjemenu i uvjerenje o kategoriji sjemenskog usjeva. Prema Pravilniku o postupku stručnog nadzora i nadzora pod stručnom kontrolom nad proizvodnjom poljoprivrednog reprodukcijskog materijala (NN 144/09, 30/11, 50/11) ovlašteni nadzornici dva puta tijekom vegetacije izlaze na teren i vrše nadzor nad proizvodnjom sjemena žitarica te izdaju zapisnik o provedenom pregledu. Nadzorom sjemenskih usjeva nastoji se pružiti pomoć proizvođačima i upozoriti ih na probleme koji se mogu pojaviti prilikom dorade sjemena kao što je npr. prisutnost korova. Nakon dostavljanja zapisnika Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo izdaje se uvjerenje o priznavanju sjemenog usjeva nakon čega se može pristupiti doradi sjemena. Dorada sjemena obuhvaća postupke sušenja, čišćenja, kalibriranja, piliranja, tretiranja sredstvima za zaštitu bilja, pakiranja, plombiranja i označavanja (Pravilnik o upisu u upisnike dobavljača, laboratorija i uzorkivača poljoprivrednog sjemena i reprodukcijskog materijala (NN 8/2022). Tijekom dorade u laboratoriju za ispitivanje kakvoće poljoprivrednog reprodukcijskog materijala na uzorcima sjemena kontrolira se kvaliteta prema Pravilniku o metodama uzorkovanja i ispitivanja sjemene kvalitete (NN 99/08). Doradivač sjemena šalje zahtjev Zavodu za sjemenarstvo i rasadničarstvo za izdavanje certifikata o sjemenu koji je u skladu s Pravilnikom o stavljanju na tržište sjemena žitarica (NN 28/2022). Uz zahtjev je potrebno priložiti uzorak sjemena,

zapisnik o uzorkovanju te izvješće od kvaliteti sjemena izdano od strane ovlaštenog laboratorija. Zavod izdaje certifikate uz otpremnicu i certifikate za pakiranje sjeme. Prilikom stavljanja na tržište pakiranja sjemena s vanjske strane moraju biti označena certifikatom o sjemenu (Horvat i sur., 2015.).

## **6. MJERE ZAŠTITE**

Zaštita biljnih kultura provodi se pomoću izravnih i neizravnih mjera. Neizravne mjere obuhvaćaju agrotehničke i administrativne mjere te prognozne modele. Izravne mjere uključuju mehaničke, fizikalne, biološke i kemijske mjera. Kako bi u potpunosti zaštitili usjeve žitarica nije dovoljno koristiti samo jednu od navedenih mjera, već se za dobivanje uspješnih rezultata koristi kombinacija nekoliko mjera zaštite bilja. Integrirana zaštita bilja ima cilj smanjiti upotrebu kemijskih supstanci i kao zamjenu uvesti upotrebu ekološki i toksikološki prihvatljive mjere. Agrotehničke mjere zaštite bilja od potencijalnih uzročnika bolesti obuhvaćaju sve mjere pomoću kojih se nastoje umanjiti ili u potpunosti spriječiti gubitci i štete od bolesti u poljoprivrednoj proizvodnji. Prema Iviću (2014.) agrotehničke mjere zaštite bilja bile su osnovne mjere od samih početaka razvoja poljoprivredne proizvodnje pa sve do sredine prošlog stoljeća. Izabrana parcela ili područje uzgoja može imati značajan utjecaj na intenzitet pojave bolesti, npr. uzgoj na područjima u neposrednoj blizini rijeka ili šuma ima utjecaj na relativno visoku vlagu zraka što pogoduje razvoju nekih gljiva. Plodored je jedna od glavnih i najstarijih mjera agrotehničke zaštite osobito značajna u ratarskoj proizvodnji. Njegovom pravilnom primjenom, odnosno pravilnom prostornom i vremenskom izmjenom kultura uspješno se sprječavaju ili ublažavaju štete od biljnih bolesti. Uzgoj kultura koje su manje osjetljive, tolerantne ili u potpunosti otporne na napad uzročnika bolesti smatra se najekonomičnijom i vrlo sigurnom mjerom u zaštiti bilja. Postoje bolesti uzrokovane gljivama koje se ne mogu učinkovito suzbiti fungicidima pa je stoga uzgoj otpornih biljnih vrsta jedina pouzdana i učinkovita zaštita; u Hrvatskoj su jaki napadi žute hrđe potaknuli oplemenjivače na stvaranje tolerantnih sorti. Pravilna gnojidba usjevima omogućava dovoljnu količinu hraniva, a ujedno su i manje podložni napadima i razvoju bolesti. U agrotehničke mjere također se ubraja i uporaba kvalitetnog i zdravog sadnog materijala i sjemena. Uzročnici bolesti se sjemenom ili sadnim materijalom prenose iz jedne u drugu vegetacijsku sezonu, npr. *Tilletia tritici* se u sljedeću vegetaciju prenosi sjemenom kontaminiranim teliosporama. Prema Brmež i sur. (2019.) sjemenom pšenice prenosi se više od 30, a sjemenom kukuruza više od 40 uzročnika bolesti. Sjetvom kontaminiranog sjemena

gljiva može dospjeti na područje gdje se bolest inače ne bi pojavila. Sjetva nekontaminiranog sjemena podrazumijeva i smanjenu upotrebu fungicida što umanjuje troškove poljoprivredne proizvodnje. Mehaničke mjere su se puno češće upotrebljavale u prošlosti, a danas veći značaj imaju na posjedima manjih površina. One obuhvaćaju odsijecanje, čupanje i iznošenje zaraženih biljnih dijelova iz polja jer su potencijalni izvori zaraze (Ivić, 2014.). Fizikalne mjere zaštite relativno se rijetko primjenjuju a podrazumijevaju uporabu svjetlosti, boja, topline i dr. oblika energije koji pomažu u suzbijanju uzročnika bolesti. Prema Iviću (2014.) solarizacija tla se pokazala kao učinkovita metoda u suzbijanju gljivičnih uzročnika bolesti. Solarizacija je zapravo zagrijavanje tla. U toplijim dijelovima godine tlo se prekriva plastičnom folijom i pomoću sunčeve energije površinski sloj se zagrijava do visokih temperatura uslijed čega uzročnici bolesti bivaju uništeni. Termička sterilizacija tla pregrijanom parom primjenjuje se kod visoko isplativih kultura jer je unatoč učinkovitosti vrlo skupa. Tretmani toplom vodom pokazali su se kao učinkoviti u suzbijanju uzročnika bolesti u proizvodnji sadnog materijala i sjemena. Tretiranje, odnosno potapanje sjemena u vruću vodu stara je mjera zaštite sjemena od uzročnika bolesti ali se primjenjuje i danas kao alternativa kemijskom tretiranju sjemena (Brmež i sur., 2019.). Biološke mjere suzbijanja obuhvaćaju primjenu biofungicida, tretiranja uporabom eteričnih ulja i biljnih ekstrakata koja imaju toksično djelovanje na uzročnike bolesti. Kemijske mjere zaštite upotrebljavaju se u slučajevima kada se ostalim mjerama ne mogu zaštititi usjevi i kada gospodarstvima prijeti mogućnost od značajnih šteta. Prilikom nužne primjene kemijskih sredstava treba pripaziti na količinu istih.

## **6.1. TRETIRANJE SJEMENA**

Sjeme žitarica može biti napadnuto od strane insekata, ptica te parazita. Napadi štetnika i parazita za posljedicu imaju smanjenu mogućnost klijavosti biljaka ili onemogućavaju njen daljnji razvoj. Kako bi se napadi i štete smanjili potrebno je pribjeći odgovarajućoj kontroli i preventivnim mjerama. Tretiranje sjemena je vrlo značajna mjera kojom se uništavaju uzročnici bolesti koji se prenose sjemenom te štiti klijance od zaraze parazitima koji obitavaju u tlu ili onih koji se prenose vjetrom (Kolak, 1991.).

Za tretiranje sjemena žitarica primjenjuju se fungicidi, insekticidi i biološke supstance kako bi se sjeme dezinficiralo i dezinficiralo od uzročnika koji se prenose sjemenom ili se nalaze u tlu te od skladišnih insekata. Razlozi tretiranja sjemena su zaštita od uzročnika bolesti i skladišnih insekata, poboljšanja klijanja i nicanja biljaka te smanjenje gubitka prinosa

usjeva. Prednosti tretiranja sjemena su učinkovitija kontrola patogena sjemena, produženje roka trajanja u skladištima, upotreba manjih količina kemijskih sredstava i održavanje zdravlja sjemena (hasanuzzaman.weebly.com, 2019.). Fungicidi za tretiranje sjemena odobreni od Ministarstva poljoprivrede za 2022. godinu prikazani su na slici 18.

ID	Naziv SZB	Klasa	Vlasnik registracije	Stari naziv sredstva
28	APRON XL 350 ES	UP/I-320-20/08-01/98	Syngenta Crop Protection AG	-
113	CAPTAN ST-S	UP/I-320-20/94-01/250	SHARDA Worldwide Exports Private Limited	-
210	DIVIDEND 030 FS	UP/I-320-20/96-01/141	Syngenta Crop Protection AG	-
413	MAXIM 025 FS	UP/I-320-20/99-01/114	Syngenta Crop Protection AG	-
414	MAXIM EXTRA 050 FS	UP/I-320-20/04-01/254	Syngenta Crop Protection AG	-
416	MAXIM XL 035 FS	UP/I-320-20/06-01/242	Syngenta Crop Protection AG	-
471	ORIUS 6 FS	UP/I-320-20/04-01/72	Nufarm GmbH & Co KG	-
865	LAMARDOR 400 FS	UP/I-320-20/13-01/381	BAYER AG	-
981	INTEREST	UP/I-320-20/14-01/985	Sharda Cropchem Limited	-
987	REDIGO PRO	UP/I-320-20/14-01/584	BAYER AG	-
1010	SYSTIVA	UP/I-320-20/16-03/25	BASF SE	-
1028	TEBSEME	UP/I-320-20/14-01/984	Sharda Cropchem Limited	-
1052	TARCZA 060 FS	UP/I-320-20/15-01/491	Sharda Cropchem Limited	-
1066	VIBRANCE DUO	UP/I-320-20/15-01/361	Syngenta Crop Protection AG	-
1158	DIFEND EXTRA	UP/I-320-20/17-03/158	GLOBACHEM N.V.	-
1193	MONCUT	UP/I-320-20/17-03/380	Nichino Europe Co. Limited	-
1197	RANCONA 15 ME	UP/I-320-20/17-03/345	Arysta LifeScience Great Britain Ltd	-
1225	KINTO PLUS	UP/I-320-20/16-03/139	BASF Agro B.V. Arnhem (NL) Freienbach Branch	-
1283	LUMIFLEX	UP/I-320-20/19-03/65	Arysta LifeScience Great Britain Ltd	-
1316	VIBRANCE GOLD	UP/I-320-20/19-03/04	Syngenta Crop Protection AG	-
1332	PREMIS	UP/I-320-20/19-03/184	BASF SE	-

Slika 18. Registrirani fungicidi za zaštitu sjemena 2022. godine (izvor:

<https://fis.mps.hr/trazilicaszb/>)

Nekoliko je načina tretiranja sjemena: dezinfekcija i dezinfekcija. Dezinfekcija podrazumijeva iskorjenjivanje gljivičnih uzročnika koji se nalaze unutar sjemena. Dezinfekcija se odnosi na uništavanje uzročnika koji su kontaminirali površinu sjemena pomoću kemijskih sredstava. Cilj zaštite sjemena je zaštita sjemena i mladih biljaka od

uzročnika bolesti koji se nalaze u tlu a mogu izazvati njihovo propadanje (hasanuzzaman.weebly.com, 2019.).

U kemijska sredstva za tretiranje sjemena ubrajaju se fungicidi i insekticidi. Tretiranje sjemena fungicidima uglavnom nije uspješno za sve gljivične bolesti kao ni za bakterijske patogene, te je stoga važan pravilan izbor tretmana za kontrolu patogena prisutnih na sjemenu. Fungicidi mogu suzbiti gljivične uzročnike koji se nalaze u tlu i uzrokuju trulež sjemena i korijena, uzročnike kao što je npr. *Tilletita caries* koja se sporama pričvrsti za endotermni dio sjemena te uzročnike koji se prenose unutar sjemena u obliku micelija kao što je *Ustilago nuda*.

Primjena biofungicida podrazumijeva uporabu korisnih mikroorganizama i produkata njihova metabolizma kao što su: toksini, kristali spore i antibiotici te uporabu biljnih ekstrakata i eteričnih ulja. Mikroorganizmi izlučuju vitamine, enzime i biljne hormone kojima pospješuju imunitet biljaka. Korištenje biofungicida za tretiranje sjemena ekološki je prihvatljivo i biološki održivo. Biofungicidi mogu biti na bazi gljiva (*Trichoderma spp.*, *Aspergillus flavus* i dr.) i bakterija (*Pseudomonas*, *Bacillus*, *Clavibacter*) te na bazi biljnih ekstrakata (hasanuzzaman.weebly.com, 2019.).

Fizikalni tretmani sjemena obuhvaćaju: tretmane vrućom vodom, vrućom parom, vrućim vlažnim ili suhim zrakom, namakanje sjemena u vodi, solarizaciju, tretmane hlađenja te metode tretiranja sjemena laserom, radioaktivnim zračenjem i elektronskim zrakama (hasanuzzaman.weebly.com, 2019.).

Postoje i specijalni tretmani kojima se sjeme tretira kako bi bilo otpornije na stres koji donose ekstremne klimatski uvjeti (suša, hladnoća). Također moguće je i pojačati otpornost sjemena dodavanjem hranjivih tvari kako bi izdržalo nepovoljne uvjete tla. Neki od načina takvog tretiranja su: mokro tretiranje, praškasto tretiranje, obrada gnojovkom, peletiranje i dr. (hasanuzzaman.weebly.com, 2019.).

## 7. ZAKLJUČAK

Biljne bolesti dijele se na neparazitske i parazitske. Uzročnici parazitskih biljnih bolesti dijele se na pseudogljive, gljive, bakterije, viruse, viroide i parazitne cvjetnice. Najbrojniji a ujedno i najznačajniji uzročnici biljnih bolesti u svijetu i u Hrvatskoj su gljive i pseudogljive. Većina poljoprivrednih usjeva uzgaja se upravo uz pomoć sjemena te je stoga vrlo značajna sadnja isključivo zdravog sjemenog materijala. Gljive, bakterije i virusi mogu se prenositi u sjemenu ili na sjemenu. Sjemenom se patogeni prenose iz vegetacije u vegetaciju. Proučavanje bolesti koje se prenose sjemenom naziva se patologija sjemena. Uzročnici bolesti žitarica obrađeni u ovom radu su: *Claviceps purpurea*, *Microdochium nivale*, *Fusarium spp.*, *Tilletia caries*, *Ustilago nuda*, *Pyrenophora graminea*, *Septoria nodorum* i *Puccinia striiformis*, a svima im je zajedničko da se iz jedne u drugu vegetacijsku sezonu prenose pomoću sjemena. Kontrola zdravstvenog stanja sjemena žitarica vrlo je važna za rano otkrivanje uzročnika bolesti koji se mogu nalaziti na sjemenu ili u njemu i na taj način dospjeti u usjev te započeti svoj razvoj s pojavom mlade biljke. Ispitivanje zdravstvenog stanja sjemena značajno je jer dobiveni rezultati mogu pomoći u borbi s patogenima koji se prenose sjemenom ili smanjiti prijetnju od prenošenja zaraze. Važna je i redovna kontrola uvoznog sjemenskog materijala jer uvijek postoji potencijalna opasnost od novih štetnih organizama. Tretiranje sjemena ima svrhu povećanja klijavosti sjemena. Netretiranim sjemenom se prenose patogeni koji u kontaktu s usjevom isti napadaju i čine štetu. Tretiranje sjemena vrlo je značajna i nezaobilazna mjera kojim se uništavaju uzročnici bolesti koji se prenose sjemenom. Za tretiranje sjemena upotrebljavaju se fungicidi, insekticidi, biofungicidi te fizikalni tretmani.

## 8. SAŽETAK

Gljive, bakterije i virusi mogu se prenositi u sjemenu, na sjemenu ili sa sjemenom. Bolesti koje se prenose sjemenom uzročnici su kvalitativnih i kvantitativnih gubitaka u poljoprivrednoj proizvodnji. Sjeme je idealan domaćin patogenima jer im omogućava dugotrajniji životni vijek i lakše širenje u nova područja. U radu su nabrojani samo neki od brojnih uzročnika bolesti koji se prenose sjemenom na žitaricama, kao što su: *Claviceps purpurea*, *Microdochium nivale*, *Fusarium spp.*, *Tilletia caries*, *Ustilago nuda*, *Pyrenophora graminea*, *Septoria nodorum* i *Puccinia striiformis*. Uzročnici bolesti se sjemenom ili sadnim materijalom prenose iz jedne u drugu vegetacijsku sezonu, a kako bi to spriječili vrlo je važno provoditi kontrolu zdravstvenog stanja žitarica zbog ranog otkrivanja bolesti. Tretiranjem sjemena uništavaju se uzročnici bolesti, a ono podrazumijeva upotrebu fungicida, insekticida, biofungicida te agrotehničke, mehaničke i fizikalne mjere.

Ključne riječi: uzročnici bolesti, gljive, sjeme, zaštita

## 9. SUMMARY

Fungi, bacteria and viruses can be transmitted in, on or with seeds. Diseases transmitted by seeds are the cause of qualitative and quantitative losses in agricultural production. The seed is an ideal host for pathogens because it enables them to have a longer lifespan and easier spread to new areas. The paper documents only some of the numerous pathogens that are transmitted by seed on cereals, such as: *Claviceps purpurea*, *Microdochium nivale*, *Fusarium spp.*, *Tilletia caries*, *Ustilago nuda*, *Pyrenophora graminea*, *Septoria nodorum* and *Puccinia striiformis*. The causative agents of diseases are transmitted from one growing season to another through seeds or planting material, and in order to prevent this, it is very important to control the health status of cereals for early disease detection. Treating the seeds destroys the causative agents of the disease, and it implies the use of fungicides, insecticides, biofungicides and agrotechnical, mechanical and physical measures.

Key words: disease agents, fungi, seeds, plant protection



## 10. LITERATURA

1. Agrios, G.N. (2005) *Plant Pathology*. 5. izd. New York: Academic Press.
2. Alasić, V. (2009) Najznačajnije bolesti i štetnici strnih žitarica (pšenice, ječma) u 2008./2009. godini na području brodsko-posavske županije. *Glasnik Zaštite Bilja*, 32(5), str. 44-50.
3. Brmež, M., Čosić, J., Raspudić, E., Baličević, R., Liška, A., Majić, I., Ilić, J., Sarajlić, A., Lucić, P., Ravlić, M. i Puškarić, J. (2019) *Okolišno prihvatljiva zaštita bilja*. Osijek: Fakultet agrobiotehničkih znanosti.
4. Champeil, A., Doré, T. i Fourbet, JF. (2004) Fusarium head blight: epidemiological origin of the effects of cultural practices on head blight attacks and the production of mycotoxins by Fusarium in wheat grains. *Plant Science*, 166 (6), str. 1389-1415.
5. Cvjetković, B. (2022) Smrdljiva snijet pšenice (*Tilletia* spp.) [*Tilletia caries* (DC.) Tul. & C. Tul; *Tilletia laevis* J.G. Kühn]. *Glasiilo biljne zaštite*, 22 (3), str. 355-358.
6. Čosić, J. i Ilić, J. (2019) Okolišno prihvatljiva zaštita bilja od uzročnika bolesti. U: Šperanda, M., ur. *Utjecaj dobre poljoprivredne prakse na zaštitu okoliša u pograničnom području*. Osijek: Studio Studio HS Internet d.o.o., str. 87-98.
7. Čosić, J. i Vrandečić, K. (2003) Fuzarijske bolesti pšenice. *Glasnik zaštite bilja*, 5, str. 284-288.
8. Čosić, J., Jurković, D. i Vrandečić, K. (2013) Fuzarijska palež klasova. *Glasnik zaštite bilja*, 36 (4), str. 64-67.
9. Čosić, J., Jurković, D. i Vrandečić, K. (2006) *Praktikum iz fitopatologije*. Osijek: Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
10. Čosić, J., Vrandečić, K. i Svitlica, B. (2004) Fusarium vrste izolirane s pšenice i kukuruza u istočnoj Hrvatskoj. *Poljoprivreda*, 10 (1), str. 5-8.
11. Čosić, J., Vrandečić, K., Jurković, D., Novoselović, D., Radan, Z., Kišpal, H., Gašpar, A. i Čuk, S. (2015) Razlozi epifitocije žute hrđe u 2014. godini u Slavoniji i Baranji. *Glasiilo biljne zaštite*, 15 (6), str. 427-430.
12. de Vallavieille-Pope, C., Huber, L., Leconte, M. i Goyeau, H. (1995) Comparative effects of temperature and interrupted wet periods on germination, penetration and infection of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* and *Puccinia striiformis* on wheat seedlings. *Phytopathology*, 85 (4), str. 409-415.
13. Dean, W.M. (1969.): The effect of temperature on loose smut of wheat (*Ustilago nuda*). *Annals of applied biology*, 64 (1), str. 75-83.

14. Gaur, A., Kumar, A., Kiran, R. i Kumari P. (2020) Importance of Seed-Borne Diseases of Agricultural Crops: Economic Losses and Impact on Society. U: Kumar, R. i Gupta, A., ur. *Seed-Borne Diseases of Agricultural Crops: Detection, Diagnosis & Management*. Singapore: Springer, str. 3-24.
15. Haarmann, T., Rolke, Y., Giesbert, S. i Tudzynski, P. (2009) Ergot: from witchcraft to biotechnology. *Mol Plant Pathol*, 10 (4), str. 563-77.
16. Horvat, D., Đermić, E. i Toplovec-Pintarić, S. (2015) Kvalitetno i zdravo sjeme siguran je put do visokog prinosa. *Glasnik Zaštite bilja*, 38 (5), str. 56-58.
17. Inder Kaur, S., Lal Kashyap, P., Singh Kang, S. i Sharma, A. (2020) Detection and Diagnosis of Seed-Borne Viruses and Virus-Like Pathogens. U: Kumar, R. i Gupta, A., ur. *Seed-Borne Diseases of Agricultural Crops: Detection, Diagnosis & Management*. Singapore: Springer, str. 169-200.
18. Ivić, D. (2014) Agrotehničke, mehaničke i fizikalne mjere u zaštiti bilja od bolesti. *Glasilo biljne zaštite*, 14(5), str. 391-399.
19. Johnston, R.H., Metz, S.G. i Riesselman, J.H. (1892) Seed treatment for control of Pyrenophora life stripe of barley. *Plant pathology*, 66 (12), str. 1122-1124.
20. Jurković, D. (1981) *Proučavanje biologije i ekologije važnijih Fusarium vrsta kao uzročnika truleži korijena i stabla kukuruza na području Baranje*. Doktorski rad. Sveučilište u Osijeku, Biotehnički znanstveno nastavni centar, Poljoprivredni fakultet, Osijek.
21. Jurković, D., Čosić, J. i Vrandečić, K. (2017) *Pseudogljive i gljive ratarskih kultura*. Osijek: Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
22. Kišpatić, J. (1992) *Opća fitopatologija*, Zagreb: Sveučilišna tiskara d.o.o. Zagreb.
23. Kolak, I. (1991) Zaštita sjemena žitarica i krupnosjemenih Fabacea. *Sjemenarstvo*, 8 (2), str. 101-110.
24. Kumar, R. Gupta, A., Srivastava, S., Devi, G., Kumar Singh, V., Kumar Goswami, S., Singh Gurjar, M. i Aggarwal, R. (2020) Diagnosis and Detection of Seed-Borne Fungal Phytopathogens. U: Kumar, R. i Gupta, A., ur. *Seed-Borne Diseases of Agricultural Crops: Detection, Diagnosis & Management*. Singapore: Springer, str. 107-142.
25. Lević, J., Trkulja, V. i Petrović, T. (2004) Pojava i kontrola fuzarioza klipa i zrna kukuruza. *Glasnik zaštite bilja*, 27 (3), str. 64-81.

26. Logrieco, A., Mulè, G., Moretti, A. i Bottalico, A. (2002) Toxigenic *Fusarium* Species and Mycotoxins Associated with Maize Ear Rot in Europe. *European Journal of Plant Pathology*, 108 (7), str. 597–609.
27. Matić, M., Baličević, R., Novoselović D., Čosić, J. i Vrandečić, K. (2020) Integrirana zaštita pšenice u suzbijanju fitopatogene gljive *Fusarium graminearum*. *Poljoprivreda*, 26 (1), str. 3-9.
28. McMullen, M. (2016) Fungal leaf spot diseases of wheat: tan spot, *Septoria/Stagonospora nodorum* blotch and *Septoria tritici* blotch. *North Dakota State University*, 1249, str. 1-4.
29. Narodne novine (2008.) Pravilnik o metodama uzorkovanja i ispitivanja kvalitete sjemena (NN 99/08) Preuzeto 23.8.2022.
30. Narodne novine (2009.) Pravilnik o kriterijima za ustrojavanje radnih mjesta savjetnika za informacijsku sigurnost (NN 30/11). Preuzeto 23.8.2022
31. Narodne novine (2009.) Pravilnik o postupku stručnog nadzora i nadzora pod stručnom kontrolom nad proizvodnjom poljoprivrednog reprodukcijuskog materijala (NN 144/09). Preuzeto 23.8.2022.
32. Narodne novine (2011.) Odluka o ispravama i službenim obrascima čiji su sadržaj, oblik, način zaštite i obvezna primjena propisani zakonima i drugim propisima (NN 50/11). Preuzeto 23.8.2022.
33. Narodne novine (2011.) Pravilnik o kriterijima za ustrojavanje radnih mjesta savjetnika za informacijsku sigurnost (NN 30/11). Preuzeto 23.8.2022
34. Narodne novine (2022.) *Pravilnik o stavljanju na tržište sjemena žitarica*. Zagreb (NN 28/2022). Preuzeto 23.8.2022.
35. Narodne novine (2022.) Pravilnik o upisu u upisnike dobavljača, laboratorija i uzorkivača poljoprivrednog sjemena i reprodukcijuskog materijala (NN 8/2022). Preuzeto 23.8.2022.
36. Sever, Z. i Cvjetković, B. (2012) Zašto ponovno dolazi do zaraza smrdljivom snijeti (*Tilletia spp.*) u Hrvatskoj?. *Glasnik zaštite bilja*, 12(5), str. 429-433.
37. Singh, D. i Singh Rathaur, P. (2020) Detection of Seed and Propagating Material-Borne Bacterial Diseases of Economically Important Crops. U: Kumar, R. i Gupta, A., ur. *Seed-Borne Diseases of Agricultural Crops: Detection, Diagnosis & Management*. Singapore: Springer, str. 143-168.
38. Stakman, E.C. i Harrar, J.G. (1957) *Principles of Plant Pathology*. New York: The Ronald Press Company.

39. Šubić, M. i Pajić, S. (2014) Pojava i suzbijanje žute ili crtičave hrđe (*Puccinia striiformis* West.) na usjevima pšenice tijekom proizvodnje 2013./14. godine u Međimurju. *Glasilo biljne zaštite*, 14 (6), str. 463-467.
40. Tomasović, S. (1987) Fuzarioze pšenice s posebnim osvrtom na fuzarioze klasa (*Fusarium graminearum* Schaw.). *Agronomski glasnik*, 4, str. 47-55.
41. Tomasović, S., Vlahović, V. i Sesar, B. (1994) Fuzarioze pšenice sa težištem na zarazu klasa. *Sjemenarstvo*, 11 (6), str. 517-546.
42. Tronsmo, A.M., Hsiang, T., Okuyama, H. i Nakajima, T. (2001) Low temperature diseases caused by *Microdochium nivale*. U Iriki, N., Gaudet, D.A., Tronsmo, A.M., Matsumoto, N., Yoshida, M. i Nishimune, A. (ur:) *Low Temperature Plant Microbe Interactions Under Snow*. Sapporo: Hokkaido National Agricultural Experimental Station, str. 75 – 86.
43. Volčević, B. (2006) *Zaštita bilja*. Bjelovar: Neron.
44. Webster, J. i Weber R. (2007) *Introduction to Fungi*. 3. izd. New York: Cambridge University Press.

#### INTERNETSKI IZVORI:

1. <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=8525>
2. [https://hasanuzzaman.weebly.com/uploads/9/3/4/0/934025/seed\\_treatment\\_theory.pdf](https://hasanuzzaman.weebly.com/uploads/9/3/4/0/934025/seed_treatment_theory.pdf)

## 11. POPIS SLIKA

Slika 1. Sjeme žitarica (izvor: <https://gospodarski.hr/casopis/izdanja-2021/broj-20-od-01-11-2021/kakvoća-i-namjena-zitarica/>)

Slika 2. Simptomi zaraze *Claviceps purpurea* (izvor: <https://fungi.myspecies.info>)

Slika 3. Strome (izvor: <https://fungi.myspecies.info>)

Slika 4. Simptomi zaraze *Claviceps purpurea* na sjemenu (izvor: <https://ahdb.org.uk>)

Slika 5. Simptom zaraze *Microdochium nivale* (izvor: <https://upload.wikimedia.org>)

Slika 6. Razvojni ciklus bolesti uzročnika *Microdochium nivale* (izvor: <https://www.researchgate.net>)

Slika 7. Simptomi zaraze Fusarium head blight na pšenici (izvor: <https://www.world-grain.com>)

Slika 8. Simptomi zaraze *Fusarium spp.* na zrnu pšenice (izvor: <https://cropscience.bayer.co.uk>)

Slika 9. Prevlaka micelija *Fusarium graminearum* na zrnu kukuruza (izvor: <https://www.syngenta.ca>)

Slika 10. Simptomi zaraze *Tilletia caries* na klasu pšenice (izvor: <https://www.gospodarstvo-petricevic.hr>)

Slika 11. Simptomi zaraze *Tilletia caries* na zrnu pšenice (izvor: <https://extensionaus.com.au>)

Slika 12. Simptomi zaraze *Ustilago nuda* na ječmu (izvor: <https://assets.syngenta.ca>)

Slika 13. Simptomi zaraze *Ustilago nuda* na pšenici (izvor: <https://www.koppert.co.uk>)

Slika 14. Simptomi zaraze *Pyrenophora graminea* (izvor: <https://laji.fi>)

Slika 15. Simptomi zaraze *Septoria nodorum* na listovima (izvor: <https://www.apsnet.org>)

Slika 16. Simptomi zaraze *Septoria nodorum* na klasu (izvor:

<https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/fungalasco/pdlessons/Article%20Images/Mehra2.JPG>)

Slika 17. Simptomi zaraze *Puccinia striiformis* (izvor: <https://www.researchgate.net> )

Slika 18. Registrirani fungicidi za zaštitu sjemena 2022. godine (izvor:

<https://fis.mps.hr/trazilicaszb/> )

Uzročnici bolesti koji se prenose sjemenom

Daria Eror

**Sažetak:**

Gljive, bakterije i virusi mogu se prenositi u sjemenu, na sjemenu ili sa sjemenom. Bolesti koje se prenose sjemenom uzročnici su kvalitativnih i kvantitativnih gubitaka u poljoprivrednoj proizvodnji. Sjeme je idealan domaćin patogenima jer im omogućava dugotrajniji životni vijek i lakše širenje u nova područja. U radu su nabrojani samo neki od brojnih uzročnika bolesti koji se prenose sjemenom na žitaricama, kao što su: *Claviceps purpurea*, *Microdochium nivale*, *Fusarium spp.*, *Tilletia caries*, *Ustilago nuda*, *Pyrenophora graminea*, *Septoria nodorum* i *Puccinia striiformis*. Uzročnici bolesti se sjemenom ili sadnim materijalom prenose iz jedne u drugu vegetacijsku sezonu, a kako bi to spriječili vrlo je važno provoditi kontrolu zdravstvenog stanja žitarica zbog ranog otkrivanja bolesti. Tretiranjem sjemena uništavaju se uzročnici bolesti, a ono podrazumijeva upotrebu fungicida, insekticida, biofungicida te agrotehničke, mehaničke i fizikalne mjere.

**Rad je izrađen pri:** Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku

**Mentor:** prof. dr. sc. Karolina Vrandečić

**Broj stranica:** 47

**Broj slika i grafikona:** 18

**Broj tablica:** 0

**Broj literaturnih navoda:** 44

**Broj priloga:** 0

**Jezik izvornika:** Hrvatski

**Ključne riječi:** uzročnici bolesti, gljive, sjeme, zaštita

**Datum obrane:** 27.09.2022.

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

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

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica agrobiotehnički znanosti Osijek, Sveučilište u Osijeku, Vladimira Preloga 1.

Seed-borne disease

Daria Eror

**Abstract:**

Fungi, bacteria and viruses can be transmitted in, on or with seeds. Diseases transmitted by seeds are the cause of qualitative and quantitative losses in agricultural production. The seed is an ideal host for pathogens because it enables them to have a longer lifespan and easier spread to new areas. The paper documents only some of the numerous pathogens that are transmitted by seed on cereals, such as: *Claviceps purpurea*, *Microdochium nivale*, *Fusarium spp.*, *Tilletia caries*, *Ustilago nuda*, *Pyrenophora graminea*, *Septoria nodorum* and *Puccinia striiformis*. The causative agents of diseases are transmitted from one growing season to another through seeds or planting material, and in order to prevent this, it is very important to control the health status of cereals for early disease detection. Treating the seeds destroys the causative agents of the disease, and it implies the use of fungicides, insecticides, biofungicides and agrotechnical, mechanical and physical measures.

**Thesis performed at:** Faculty of Agriculture in Osijek

**Mentor:** prof. dr. sc. Karolina Vrandečić

**Number of pages:** 47

**Number of figures:** 18

**Number of tables:** 0

**Number of references:** 44

**Number of appendices:** 0

**Original in:** Croatian

**Key words:** disease agents, fungi, seeds, plant protection

**Thesis defended on date:** 27.09.2022.

**Reviewers:**

1. Prof. dr. sc. Jasenka Ćosić, predsjednik
2. Prof. dr. sc. Karolina Vrandečić, mentor
3. Izv. prof. dr. sc. Jelena Ilić, član

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1