

POJAVA I KONTROLA FUZARIOZA KLIPA I ZRNA KUKURUZA*

Sažetak

*Iz zrna kukuruza do sada je izolirano oko dvadesetak vrsta iz roda *Fusarium*, od kojih se prema intenzitetu pojave, rasprostranjenosti i ekonomskoj važnosti, u većini područja gdje se kukuruz uzgaja, kao najznačajnije mogu smatrati vrste *F. graminearum*, *F. verticillioides* (syn. *F. moniliforme*) i *F. subglutinans*, a u posljednje vrijeme i *F. proliferatum*. Navedene vrste roda *Fusarium* uzrokuju različite simptome na oboljelim biljkama, kao što su trulež zrna i klijanaca, trulež korijena i stabla, kao i pljesnivost i trulež klipa i zrna kukuruza.*

*U radu je opisan važnost vrsta roda *Fusarium*, njihova najvažnija makroskopska i mikroskopska svojstva, simptomi fuzarioza klipa i zrna kukuruza, te uvjeti za razvoj ovih bolesti, kao i mikotoksini i mikotoksikoze čiji su producenti razne *Fusarium* vrste, a posebno su razmotrene i mjere za njihovu kontrolu.*

Ključne riječi: kukuruz, fuzarioze klipa/zrna, mikotoksini, mikotoksikoze, kontrola

Uvod

Kukuruz, kao prirodno obnovljiva sirovina koju je u procesu oplemenjivanja, uzgoja i uporabe moguće stalno količinski uvećavati i poboljšavati njenu nutritivnu i tehnološku/industrijsku vrijednost, osnođa je ekonomski zdrave poljoprivrede i industrije svake zemlje na čijem se teritoriju ova biljna vrsta može uzgajati. Zbog toga se u ovom procesu posebna pažnja posvećuje svim faktorima koji svojim djelovanjem mogu negativno utjecati na proizvodnju kukuruza. S ekonomskog aspekta, bolesti klipa i zrna kukuruza, čiji su uzročnici različite vrste iz roda *Fusarium*, uz oštećenja od insekata, spadaju u grupu najznačajnijih faktora koji mogu bitno utjecati na proizvodnju kukuruza. Naime, ako se protiv ovih patogena na vrijeme ne poduzmu raspoložive mjere kontrole, oni mogu uzrokovati smanjenje prinosa i promjene tehničko-tehnoloških svojstava zrna kukuruza, kao i njegovu kontaminiranost *mikotoksinima*.

* *Prijevod na hrvatski jezik Tin Prpić prof. croatistike.*

Važnost pojedinih vrsta iz roda *Fusarium* koje uzrokuju trulež ili pljesnivost klipa i zrna kukuruza je posebno velik jer neke od njih pripadaju grupi potencijalno najvažnijih toksigenih gljiva, koje, razvijajući se na i u klipu i zrnu kukuruza, stvaraju različite vrste toksičnih metabolita, uključujući i mikotoksine. Eksperimentalno je utvrđeno da je tijekom samo jednog dana razvoja ovih gljiva na zrnu moguće identificirati prisustvo mikotoksina. Mikotoksini se smatraju toksičnim jer, ako se nađu u lancu ishrane ili u kontaktu s ljudima i životinjama, mogu uzrokovati oboljenja poznata kao mikotoksikoze. Ova oboljenja nisu zarazna i ne mogu se liječiti lijekovima, a neće se pojaviti ako se kontrolira pojava *Fusarium* vrsta od sjetve do berbe i tijekom čuvanja kukuruza. Osim toga, mikotoksini su posebno opasni jer su to često vrlo stabilna jedinjenja, koja se ne mogu lako uništiti kuhanjem, preradom ili bilo kojim fizičko-kemijskim ili tehnološkim postupkom.

Zbog svojih toksikoloških svojstava za ljude i životinje (Ožegović i Pepeljnjak, 1995.), pojedinim vrstama iz roda *Fusarium* pridaje se veća važnost kao potencijalno toksigenim vrstama nego kao parazitnim vrstama. Osim toga, poznato je da su *Fusarium* vrste uglavnom paraziti slabosti ili su prisutne u biljnom tkivu bez uzrokovanja simptoma na njima. Naime, njihovo prisustvo na/u biljnom tkivu u visokim postocima, ponekad i 100%, što je često utvrđeno izolacijama, ne potvrđuje uvijek i njihovu parazitsku prirodu, bez testa patogenosti. Svojstvo ovih vrsta je da u tijeku životnog ciklusa prolaze kroz endofitnu i/ili parazitsku fazu, pri čemu iz prve u drugu fazu prelaze najčešće kada je njihova biljka-domaćin pod utjecajem stresa, bilo biotičke ili abiotičke prirode. Kao saprobi često su prisutni na već oštećenom i izumrlom tkivu biljaka. Međutim, nezavisno u kojoj fazi se nalaze, one sintetiziraju sekundarne metabolite, uključujući i mikotoksine.

Kada se govori o bolestima kukuruza koje uzrokuju *Fusarium* vrste, poznate kao fuzarioze, truleži ili plijesni, teško da se može govoriti o mjerama za njihovo suzbijanje, jer ne postoje mjere suzbijanja koje bi bile ekonomski opravdane. Zbog toga mi u ovom radu govorimo o upravljanju ili kontroli ovog tipa bolesti kukuruza primjenom niza preventivnih mjera, počevši prije svega od sjetve pa sve do berbe, a i dalje tijekom transporta i čuvanja kukuruza.

***Fusarium* vrste i njihov opis**

Iz zrna kukuruza do sada je izolirano oko dvadesetak vrsta iz roda *Fusarium*, ali sve one nisu prisutne uvijek i svuda gdje se kukuruz uzgaja, niti je njihov intenzitet pojave i važnost ista. Od dvadesetak opisanih vrsta prema intenzitetu pojave, rasprostranjenosti i ekonomskoj važnosti u većini područja gdje se kukuruz uzgaja najvažnijim se mogu *F. graminearum*, *F. verticillioides* (syn. *F. moniliforme*) i *F. subglutinans*, a posljednjih godina i *F. proliferatum*. Osim ovih vrsta, izolirane su i *F. poae*, *F. tricinctum*, *F.*

sporotrichioides, *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. avenaceum*, *F. equiseti* i druge. Morfološka svojstva ovih vrsta prikazana su u tabelama 1-3, a njihove detaljne opise navodi Lević (2002.).

***Fusarium graminearum* Schwab. (teleomorf: *Gibberella zeae* (Schw.) Petch.)**. Gljiva se brzo razvija na krumpirdekstroznoj podlozi (PDA), formirajući obilnu, vunastu, bjeličastožutu do žutosmeđu zračnu miceliju. Supstratni dio kolonije varira od bljedoružičaste, purpurnocrvene do tamnoporpurne boje crvenog vina s neznatno smeđom nijansom, ali obično je jarkocrvena.

Kulture ***F. graminearum*** oskudno sporuliziraju na PDA, rijetko formiraju svijetložute do svijetlonarančaste sporodohije na podlozi sa steriliziranim djelićima lista karanfila i 2% vodenog agara (Burgess i sur., 1994). Na razgranatim monofijalidama gljiva razvija makrokonidije koje su bezbojne, septirane, varijabilne po veličini i obliku. Makrokonidije su kod nekih izolata kraće i šire, u drugih duže i uže, ravne ili savijene, s nešto produženom i blago suženom vršnom stanicom i izraženom bazalnom stanicom oblika stopala, najčešće sa 5 do 6 septi.

F. graminearum rijetko formira hlamidospore, koje kod ove vrste nisu važan taksonomski kriterij. Neki istraživači smatraju da to nisu prave hlamidospore već "napuhane" stanice hifa.

F. graminearum je homotalična vrsta gljive koja u prirodi na oboljelom biljnom tkivu (sl. 2c) obilno formira plavocrne i okrugle peritecije. U zrelim peritecijama formiraju se prozirni, cilindrični askusi, sa 8 askospora, raspoređeni koso u jednom redu. Askospore su bezbojne, vretenaste, sa 3 septe, katkada nejasno izražene, ujednačeno zaobljenih krajeva i blago savijene. Ovaj stadij gljive poznat je pod imenom *Gibberella zeae* (Schw.) Petch.

***Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg (teleomorf: *Gibberella moniliformis* Win.; syn. *G. fujikuroi* (Saw.) Wr.)**. U literaturi ova vrsta je poznata i kao *F. moniliforme* Sheldon, a u širem smislu (*F. moniliforme sensu lata*) uključivala je i *F. moniliforme* Sheldon var. *subglutinans* Woll. et Rein. i *F. proliferatum* (Matsushima) Nirenberg, koje su sada izdvojene u posebne taksonomske vrste.

Gljiva ima brz rast, obilnu, vunastu, bijelu do smeđožutu zračnu miceliju. Supstratni dio kolonije varira od bezbojne ili sivkastonarančaste kod pojedinih izolata, do ljubičastosive ili boje crvenog vina kod drugih izolata.

Taksonomska svojstva ***F. verticillioides*** su prisustvo monofijalida, mikrokonidija i makrokonidija i odsustvo hlamidospora. Na vrhu monofijalida razvijaju se duži ili kraći lanci, rjeđe lažne glavice, sastavljeni od mikrokonidija, oblika kratke palice sa zaravnjenom osno-

vom i uglavnom su jednostanične, mada pojedine imaju 1 do 2 septe.

Makrokonidije se većinom stvaraju u blijedonarančastim sporodohijama, a rijetko i na konidiofori na hifi. Makrokonidije su nježne, tankih zidova, duge, uske, blago savijene do gotovo ravne i uglavnom s paralelnom dorzalnom i ventralnom stranom. Vršna stanica je blago savijena i sužena pri vrhu, dok je bazalna stanica nalik na stopalo ili zarez.

F. verticillioides ima heterotalični sistem razmnožavanja. Peritecije se u prirodi pojavljuju samo na izumrlom biljnom materijalu. One su površinske, tamnoplave, okrugle do stožaste i s neravnom površinom. Askusi su prozirni, elipsoidni do oblika palice, sa 4 do 8 askospora koje su bezbojne i uglavnom s jednom, a ponekad i s tri septe. Ovaj stadij gljive poznat je pod imenom *Gibberella moniliformis* Win. (syn. *G. fujikuroi* (Saw.) Wr.).

F. proliferatum (Matsushima) Nirenberg (teleomorf: *Gibberella fujikuroi* (Saw.) Ito in Ito et Kimura). Gljiva ima brz rast, bijelu, vunastu zračnu miceliju s "bijelim jastučićima" (Lević i Tamburić, 1996). Supstratni dio micelije je varijabilan, kod pojedinih izolata je bez pigmentacije ili sivkastonarančast, a kod drugih boje jorgovana ili gotovo crn.

F. proliferatum formira mikrokonidije u lancima iz polifijalida, a rjeđe iz monofijalida. Mikrokonidije se formiraju i u lažnim glavicama. Njihovi lanci su kraći i često formirani u parovima iz polifijalida, dajući karakterističan "V" oblik kada se kultura gleda in situ, u odnosu na lance *F. verticillioides* (tabela 1, sl. 3). Na podlozi s dodatkom KCl *F. proliferatum* formira duže lance. Mikrokonidije su slične buzdovanu s ravnom osnovom, a u starim kulturama na vodenom agaru i rižinoj kaši preko 40% konidija je kruškolika sa 0-1 septom.

Makrokonidije se stvaraju iz monofijalida u blijedonarančastim sporodohijama, a rijetko iz monofijalida na hifi. Blago su savijene do gotovo ravne, paralelne dorzalne i ventralne strane, tankih zidova, bazalne stanica oblika stopala, sa 3 do 5 septi. Hlamidospore su odsutne, ali "napuhane" stanice koje se pojavljuju u hifama podsjećaju na hlamidospore.

F. proliferatum ima heterotaličan sustav razmnožavanja, što znači da je potrebno križati dva roditeljska para da bi se razvile peritecije u tipu *Gibberella fujikuroi*.

Fusarium subglutinans (Wollenw. et Reinking) Nelson, Toussoun et Marasas (teleomorf: *Gibberella subglutinans* (Edwards.) Nelson, Toussoun et Marasas). Gljiva ima brz porast na PDA, na kojoj stvara obilnu, bijelu i vunastu zračnu miceliju s crvenom nijansom. Starenjem, kolonije dobijaju sivožutu, sivoljubičastu ili crvenkastu nijansu.

Supstratni dio kolonije je žutosmeđ ili boje tamnocrvenog vina.

Taksonomska svojstva *F. subglutinans* su simpodijalno razgranati konidiofori, razvijene polifijalide - konidiogene stanice s više otvora iz kojih se formiraju konidije, i monofijalide - konidiogene stanice s jednim otvorom iz kojeg se formiraju konidije, zatim mikrokonidije, mezokonidije i makrokonidije i odsustvo hlamidospora. Mikrokonidije nastaju pojedinačno ili u lažnim glavicama, nikada u lancima, većinom iz polifijalida ali i iz monofijalida. Bezbojne su, ovalne, kobasičastog oblika, uglavnom bez septe ili s jednom septom. Pojedini izolati *F. subglutinans* stvaraju duge, vretenaste mezokonidije, sa 2 do 3 septe. Makrokonidije su blago savijene ili više ravne, uglavnom savijene vršne stanice u obliku kuke i bazalne stanice oblika stopala, s najviše 3 septe. Pojedine "napuhane" stanice hifa, debljih zidova, podsjećaju na hlamidospore.

Gljiva rijetko stvara peritecije u prirodi, a uglavnom formira crne sklerocije iz kojih se ponekad mogu razviti peritecije. Prevladavaju izolati s heterotaličnim reproduktivnim sustavom. Peritecije su loptaste, glatke i plavocrne. Askusi su duguljasti, najčešće sa 8 askospora, rijetko sa 4 ili 6, koje su raspoređene u dva nepravilna reda. Askospore su ravne, oštih vrhova, sužene u predjelu septe i uglavnom jednostanične. Ovaj stadij gljive poznat je pod imenom *Gibberella subglutinans* (Edwards.) Nelson, Toussoun et Marasas.

Ostale vrste roda *Fusarium*

Morfologija kolonija, posebno obilna micelija i jarkocrveni pigment na PDA, kolonije *F. poae* (Peck) Woll., *F. tricinctum* (Corda) Sacc., *F. sporotrichioides* Sherb., *F. culmorum* (W.G. Smith) Sacc. i *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. podsjećaju na kulture *F. graminearum*, ali se zato bitno razlikuju prema mikroskopskim svojstvima.

F. poae rijetko formira makrokonidije, ali zato obilno formira, na monofijalidama, okrugle mikrokonidije s bradavičastom osnovom, a u starim kulturama pojavljuju se tvorevine slične hlamidosporama. *F. tricinctum* formira srpaste makrokonidije, tri tipa mikrokonidija (limunaste, kruškolike i vretenaste) na mono i polifijalidama. *F. sporotrichioides* formira makrokonidije, dva tipa mikrokonidija (ovalne do kruškolike i fuzoidne), dok *F. culmorum* formira krupne makrokonidije, monofijalide i hlamidospore, ali ne formira mikrokonidije.

Kolonije koje formiraju vrste *F. oxysporum* Schlecht. i *F. solani* (Mart.) Appel et Woll. su morfološki različite, ali su zato mnoga njihova mikroskopska svojstva slična. Prva vrsta formira vunastu blijedoljubičastu ili purpurno nijansiranu miceliju, dok druga vrsta obično razvija bijelu do svijetložutu miceliju s plavozelenom nijansom. Obje vrste formiraju makrokonidije (slabo izražena bazalna stanica u obliku stopala), mikrokonidije,

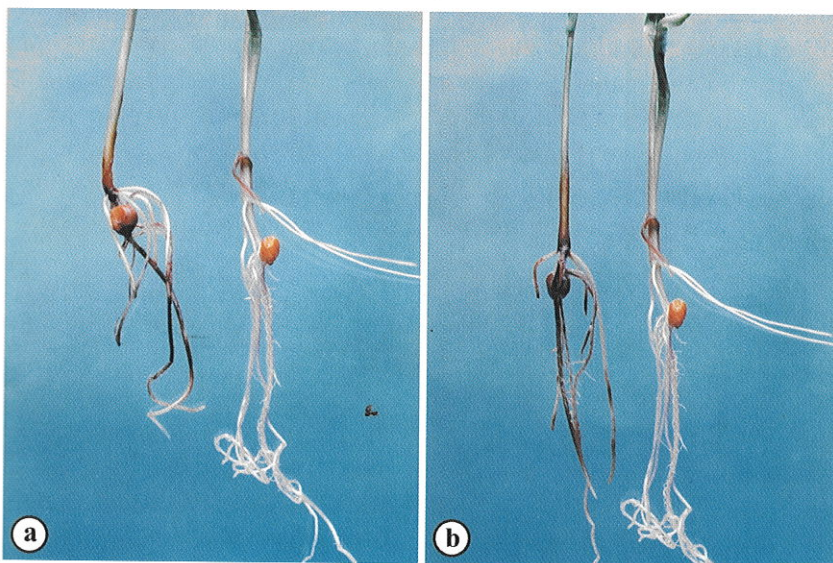
monofijalide i hlamidospore, najčešće u parovima. Razlikuju se u tome što *F. oxysporum* formira manje lažne glavice na kratkim monofijalidima, dok *F. solani* formira krupnije lažne glavice, s manjim brojem krupnijih mikrokonidija, na dugim konidioforima.

F. avenaceum, kao što je navedeno, formira koloniju s crvenim pigmentom i s brojnim žutonarančastim sporodohijama u središnjem dijelu kolonija, po čemu se razlikuje od vrste *F. graminearum*. Druga razlika je što formira vrlo duge, nježne, uske i savijene makrokonidije s izraženom bazalnom stanicom oblika stopala. Ponekad formira mikro i mezokonidije.

F. equiseti (Corda) Sacc. formira bijelu do žutosmeđu miceliju s tamnim pjegama, razvijene u supstratnoj miceliji. Makrokonidije su uglavnom duge, savijene s dugom vršnom stanicom, poput biča, i izraženom bazalnom stanicom oblika stopala. Gljiva obilno formira tamne hlamidospore koje se formiraju u nizu i grupama.

Simptomi bolesti

Navedene vrste roda *Fusarium* uzrokuju različite simptome na oboljelim biljkama kukuruza, kao što su trulež zrna i klijanaca (sl. 1), trulež korijena i stabla, kao i pljesnivost i trulež klipa i zrna kukuruza (sl. 2-4).

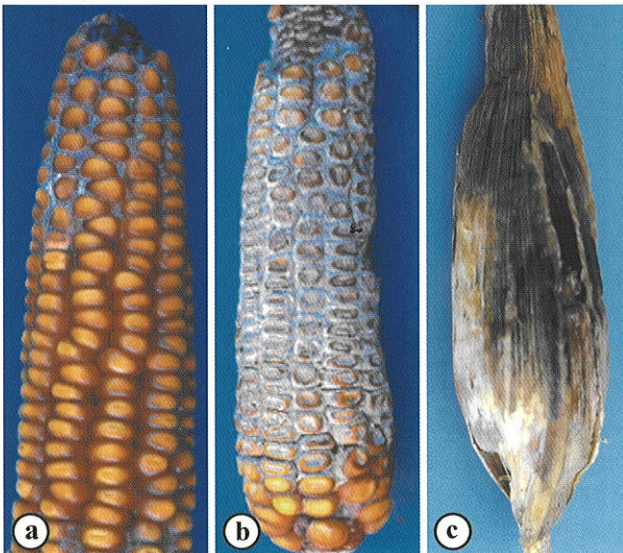


Sl. 1. Trulež klijanaca kukuruza u uvjetima umjetne inokulacije zrna s fitopatogenom gljivom *Fusarium verticillioides* (a) i *F. proliferatum* (b) (foto: Lević i Petrović).

Trulež zrna ili klijanaca kukuruza, a kao rezultat toga i prorjeđen usjev, najčešće se pojavljuje kao posljedica loših uvjeta u vrijeme nicanja, kao što su dugotrajne obilne padaline i niske temperature ili na parcelama koje su duže vremena bile pod vodom u vrijeme nicanja kukuruza. Ako se pak posiju zaražena zrna kukuruza, ona najčešće ne

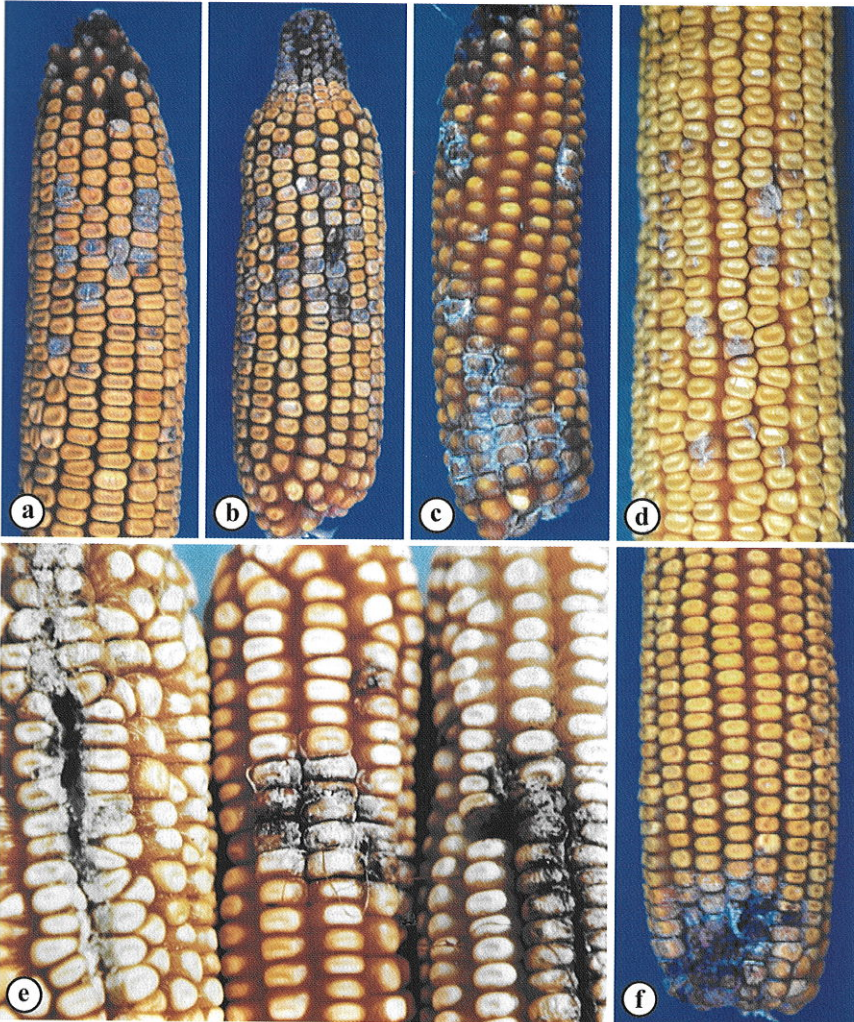
niču ili ako izniknu, tada razvijaju vrlo slabe klijance koji se mogu osušiti ili razviju biljke koje zaostaju u porastu. Međutim, trulež klijanaca koje uzrokuju *Fusarium* vrste ne mora uvijek biti rezultat zaraze zrna, već izvor zaraze može biti i patogen prisutan u zemljištu, koji infekciju zasijanog zrna kukuruza ostvaruje na mjestima gdje je ono povrijeđeno ili oštećeno od nematoda ili zemljišnih insekta. Zbog ovakve zaraze obično dolazi do nekroze i propadanja klijanaca i mladih biljaka u ranoj fazi (1-2 lista), pri čemu korijen takvih biljaka najčešće postaje taman i nekrotira (sl. 1a,b). Biljke koje prežive ovu fazu nastavljaju s porastom, jer parazit obično prelazi u fazu mirovanja.

U poljskim uvjetima u vrijeme berbe na oboljelim klipovima kukuruza mogu se uočiti dva osnovna tipa simptoma. Prvi tip simptoma obično se očituje na vrhu oboljelog klipa kukuruza u vidu crvenoružičaste ili prljavosivoružičaste prevlake koja se širi od vrha prema osnovi klipa (sl. 2), što je karakterističan dijagnostički znak za ovu bolest, mada se u nekim slučajevima trulež može i prstenasto razvijati oko središnjeg dijela ili vrlo rijetko u osnovi klipa. Kod jako intenzivnog razvoja ovog tipa truleži klipa, komušina je u potpunosti prožeta micelijom parazita i zajedno sa svilom je slijepljena uz klip, od koga se teško odvaja. Između redova zrna razvija se bjeličasta micelija parazita. Trulež zahvaća i zrno s kojeg se širi i na kočanj, zbog čega on postaje krhak i lako se lomi. Klipovi mogu biti djelimično ili potpuno zahvaćeni ovom bolešću, što zavisi od vremena zaraze, pri čemu ranije zaraze klipa najčešće dovode do njegove potpune truleži. Ovaj tip simptoma uzrokuje vrsta *F. graminearum*. U slučaju kasnih infekcija simptomi nisu vidljivi na površini klipa, izuzev između redova zrna ili na poprečnom presjeku klipa. U pojedinim godinama, na osušenoj komušini, slamaste boje, u vrijeme berbe razvijaju se crna tjelešca koja predstavljaju peritecije (sl. 2c), odnosno plodonosna tijela teleomorfog stadija ove gljive (*Gibberella zeae*).



Sl. 2. *Fusarium graminearum* (teleomorf: *Gibberella zeae*). (a) Simptomi crvenoružičaste truleži na vrhu klipa, (b) od vrha zahvaćen cijeli klip, i (c) pojava peritecija na komušini jako zahvaćenog klipa kukuruza (foto: Lević i Petrović).

Poslije berbe kukuruza bolest nastavlja s razvojem i u skladištu, naročito ako je postotak vlage u zrnju velik (Marić, 2002). Ako se kukuruz u klipju uskladišti u koševima s velikim postotkom vlage, padom temperature u tijeku zime trulež se zaustavlja. Međutim, u proljeće, s porastom temperature, gljiva naglo nastavlja aktivnost, pa može doći i do „samoupale” („vruće točke”) i potpune truleži uskladištenog kukuruza.

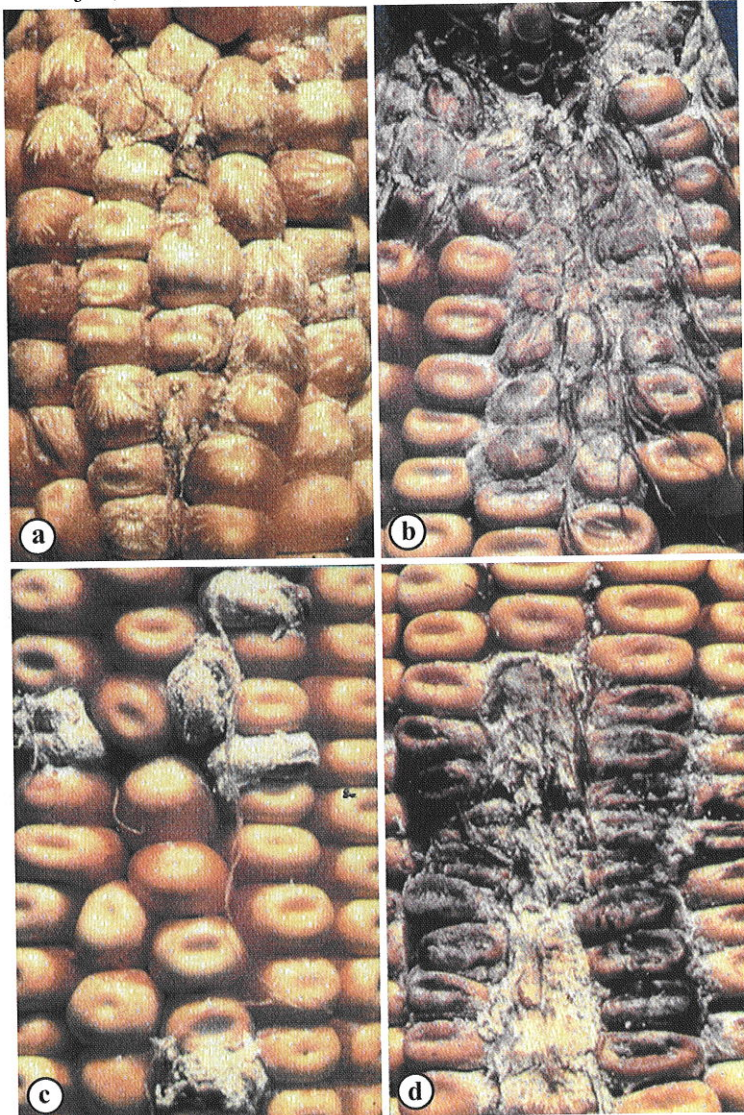


Sl. 3.
Fusarium moniliforme sensu lato.
(a,b,c,d) Simptomi ružičaste truleži klipa kukuruza i (e,f) oštećenja na klipu od kukuruzovog plamenca (*Ostrinia nubilalis*) (foto: Lević i Petrović).

Drugi tip simptoma je, također, jasno uočljiv i bitno se razlikuje od prvog po tome što je zahvaćena manja ili veća grupa zrna na jednom ili brojnim mjestima na klipu, a samo u izuzetnim slučajevima može biti zahvaćen veći dio klipa (sl. 3a-d). Na oboljelim zrnima najčešće se razvija bijeloružičasta praškasta prevlaka, mada ona ponekad može biti i intenzivno ljubičaste boje s pojavom narančastih nakupina koje tvore sporodohije

gljiva. Ovaj tip simptoma uzrokuje kompleks gljiva roda *Fusarium*, uključujući najčešće *F. verticillioides* i *F. subglutinans*, ali i *F. proliferatum*, *F. oxysporum* i druge (sl. 4a-c). U nekim slučajevima u vrijeme berbe uočava se pucanje perikarpa na kruni zrna (sl. 3d) ili na donjoj trećini zrna, što se kod poprečnog presjeka klipa vidi kao bijeli krug. Izolacijama je utvrđeno da ovaj tip simptoma uzrokuje *F. verticillioides*.

F. proliferatum je najčešće združena s vrstama *F. verticillioides* i *F. subglutinans*, ali ako se pojedinačno pojavi, zahvaća mali broj zrna na kojima formira bijelu zračnu miceliju (sl. 4c).



Sl. 4. Simptomi truleži klipa kukuruza (detalj) čiji su uzročnici: (a) *Fusarium verticillioides*, (b) *F. subglutinans*, (c) *F. proliferatum* i (d) združeno *F. subglutinans* i *F. oxysporum* (foto: Lević i Petrović).

Milatović (1967) navodi da *F. avenaceum* uzrokuje prevlaku prljavo bijele boje, dok *F. poae* zahvaća pojedine dijelove klipa ili grupu zrna formirajući na njima bijelu do ljubičastu prevlaku.

Uvjeti za razvoj fuzarioza klipa i zrna

Tip simptoma, padaline i temperature u fenofazi poslije svilanja kukuruza, kao i otpornost pojedinih genotipova su osnovni parametri za dijagnostiku parazita na klipu/zrnu kukuruza u polju. Međutim, i drugi faktori, kao što su fiziološko-fizička i kemijska svojstva klipa, svile i zrna, te trulež stabla i oštećenja od insekta i grada, takođe su važni za tumačenje rasprostranjenosti i učestalosti pojave parazita i osjetljivosti klipa kod pojedinih genotipova kukuruza. Pojedini paraziti, kao što su npr. vrste iz roda *Fusarium*, po pravilu se očituju u jačem intenzitetu kod genotipova kukuruza koji se siju ranije (45-60%) nego kasnije (1-10%), ili kod kasnostasnijih (100%) nego ranostasnijih genotipova (16-30%), kao i kod onih koji sporije otpuštaju vlagu nego koji brže otpuštaju vlagu ispod 30% (Lević, 2002).

Trulež klipa kukuruza u epidemijskim razmjerima zabilježena je na području Vojvodine, Slavonije, Posavine i Pomoravlja u 1955, 1968, 1972, 1974. i 1984. godini, istodobno kada su se pojavili tipični simptomi mikotoksikoza kod životinja, posebno svinja (Milatović, 1959, 1967; Rajić, 1963; Milić i sar., 1969; Dimitrijević i Jurković, 1977; Marić, 1981; Krnjajić, 1985). Masovnoj pojavi fuzarioza klipa kukuruza pridonijeli su povoljni uvjeti izvanjske sredine, uzgoj osjetljivih hibrida kukuruza na velikim površinama i trend širenja pojedinih vrsta roda *Fusarium*. U razdoblju od 1955. do 1968. godine od parazita kukuruza dominiraju vrste *F. moniliforme* (= *F. verticillioides*) i *F. subglutinans*, a od 1968. do 1976. godine vrsta *F. graminearum* (Marić, 1981). Za bolest životinja u tom razdoblju, u čijoj etiologiji je očigledno pljesniva hrana imala odlučujuću ulogu, smatralo se da su zearalenoni i trihoteceni bili glavni uzroci promjena kod oboljelih životinja (Lončarević i sur., 1972; Kordić i sur., 1979; Pepeljnjak, 1983).

Kod rane sjetve dolazi češće do truleži stabla i zbog toga do polijeganja biljaka. Na klipu popleglim biljaka, u kontaktu sa zemljištem, često se razvijaju simptomi tipa koje uzrokuju razne *Fusarium* vrste. U uvjetima vlažne i pro hladne jeseni teže je otpuštanje vlage što pogoduje razvoju fuzarioza klipa i stvaranju mikotoksina. Hibridi specifičnih svojstava (šećerac, bijelo zrno, opaque i drugi) osjetljiviji su prema fuzariozama, posebno tipa kojeg uzrokuje *F. verticillioides*, u usporedbi sa standardnim tipom zrna. Osjetljivost hibrida je, također, veća ako je klip oštećen kukuruzovim plamencem (*Ostrinia nubilalis*), posebno prema *F. verticillioides* i *F. subglutinans* (Lew i sur., 1991; Lević i sur., 1995). Poslije pojave kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera*) u Europi nije utvrđeno utječe li ona na pojavu fuzarioza klipa, mada američki podaci ukazuju da je ona jedan od bitnih vektora *Fusarium* vrsta i razvoja fuzarioza klipa (Gilbertson i sur., 1986). Za neke

druge faktore, kao što su oštećenja od ptica ili gráda, također je utvrđeno da pridonose intenzivnijoj pojavi fuzarioza klipa.

Padaline, najmanje 9 dana ili ustrajna vlažnost u trajanju od najmanje 48 sati, kao i srednje dnevne temperature ispod 21°C nakon svilanja kukuruza, iniciraju razvoj *F. graminearum* na klipu u epidemijskim razmjerima i akumulaciju zearalenona i deoksinivalenola. Osim toga, i kasne obilne padaline i grád imaju isti efekat na razvoj ovog parazita i stvaranje navedenih mikotoksina kao i prethodno opisani uvjeti.

Za razliku od *F. graminearum*, širi raspon temperatura i vlage pogoduju razvoju *F. verticillioides* na klipu, posebno stresni abiotički (suša) i biotički faktori (insekti). Intenzitet pojave ove gljive se povećava za 80%, kao i sadržaj fumonizina, ako je klip oštećen kukuruznim plamencem (Lew i sar., 1991).

Vlažniji i hladniji uvjeti uglavnom su pogodniji za razvoj *F. subglutinans*, nego za *F. verticillioides*. Kod klipova oštećenih kukuruznim plamencem intenzitet pojave ovog parazita i stvaranje moniliformina se uvećava za 80% (Lew i sur., 1991).

Fusarium vrste nastavljaju se razvijati i u uvjetima čuvanja kukuruza ako su za njihov razvoj povoljne temperature i vlaga zrna, pri čemu način sušenja i čuvanja ima odlučujući utjecaj na razvoj ovih vrsta gljiva. Tako u uvjetima prirodnog sušenja klipa, koji je najčešći, postoji veća mogućnost da se nastavi razvoj *Fusarium* vrsta koje su infekciju klipa ili zrna kukuruza ostvarile još u polju. Njihovom razvoju pogoduju vlažne jeseni i blage zime, što rezultira i većim stvaranjem mikotoksina zearalenona i deoksinivalenola.

Način skladištenja klipova kukuruza ima, također, utjecaja na zarazu zrna s vrstama roda *Fusarium*. S obzirom na više ili manje povoljne ekološke uvjete za razvoj gljiva, pojedine vrste će se više ili manje razviti, neke će nestati, a između pojedinih vrsta će se pojaviti antagonizam, te će tijekom vremena populacija jedne vrste smijeniti populaciju druge ili će jedna vrsta isključiti drugu vrstu. Tako npr. Lušin (1980) navodi da je vrsta *F. graminearum* bila prisutna tijekom čitavog razdoblja čuvanja klipova (siječanj-srpanj) u koševima, a samo tijekom prva tri mjeseca u podnim skladištima. Vrsta *F. oxysporum* je bila češće prisutna na kukuruzu u košu nego u podnom skladištu, dok su vrste *F. moniliforme*, *F. poae* i *F. sulphureum* bile podjednako prisutne prilikom oba načina skladištenja klipa kukuruza.

Mikotoksini i mikotoksikoze

Fusarium vrste karakterizira svojstvo da sintetiziraju mikotoksine, pri čemu jedna vrsta može sintetizirati različite vrste mikotoksina ili pak različite vrste mogu sintetizirati

istu vrstu mikotoksina. Međutim, i pored velikog broja mikotoksina koje sintetiziraju ove vrste, važni su oni mikotoksini čija je prirodna pojava u kontinentalnom području utvrđena u kukuruзу, kao i u strnim žitima, i koji uzrokuju mikotoksikoze ljudi i domaćih životinja. U ovu grupu mikotoksina spadaju:

- a) **zearalenoni** (zearalenon, α - i β -zearalenol) - glavni producent *F. graminearum*;
- b) **trihoteceni** - T-2 toksin (producent *F. sporotrichioides*), deoksinivalenol ili vomitoksin (producent *F. graminearum*) i diacetoksiscirpenol (čiji su producenti *F. poae*, *F. tricinctum*, *F. oxysporum*, *F. equiseti*) i dr., i
- c) **fumonizini** - čiji su glavni producenti *F. verticillioides* i *F. proliferatum*.

Za zearalenone i deoksinivalenol je utvrđeno da se stvaraju u polju, kao i tijekom čuvanja kukuruza, ako su uvjeti čuvanja povoljni za razvoj *F. graminearum*. Utvrđena je pozitivna korelacija u stvaranju ova dva mikotoksina. Za razliku od njih, T-2 toksin je najčešće utvrđen kod biljaka koje su polegle i kod kojih je klip bio u kontaktu sa zemljištem. Do sinteze fumonizina dolazi u poljskim uvjetima odmah nakon ostvarene infekcije kukuruza s jednim od njegovih producenata, poslije čega se njegova sinteza povećava sve do trenutka kada zrno ima 42% vlage (Warfield i Gilchrist, 1999), ali nije potvrđeno da se njegova sinteza nastavlja u uvjetima čuvanja. Za navedene mikotoksine je karakteristično da se prenose u meso, jaja, mlijeko i druge proizvode domaćih životinja koje su hranjene kontaminiranom hranom.

Osim toga, navedeni mikotoksini su vrlo toksigeni za životinje i ljude, o čemu detaljno izvješćuju Ožegović i Pepeljnjak (1995), uključujući i druge producente i njihove mikotoksine. Tako npr., zearalenoni uzrokuju estrogenizam kod svinja i rani pubertet kod djece (Hagler i sur., 2001), dok trihoteceni uzrokuju slab prirast svinja, zbog njihovog odbijanja da jedu kontaminiranu hranu ili pak njihovog povraćanja ovakve hrane, a mogu uzrokovati i kožne reakcije kod životinja (Marasas, 2000). Osim toga, pojedini trihoteceni mogu uzrokovati razne tipove krvarenja kod ljudi, a u težim slučajevima i smrtnost (Joffe, 1974). Posljednje desetljeće izuzetna pažnja se posvećuje trećoj grupi mikotoksina, fumonizinima, jer je utvrđeno da uzrokuju karcinom jednjaka kod ljudi, leukoencefalomalaciju kod konja, edem pluća kod svinja i karcinom jetre kod eksperimentalnih životinja (Marasas, 2000).

Mjere kontrole fuzarioza i fuzariotoksina

Najpouzdanije suzbijanje fuzariozne pljesnivosti i truleži klipa i zrna kukuruza je uzgoj otpornih hibrida ove biljne vrste uz integriranu primjenu kompleksa i drugih mjera zaštite. Ipak, uzgoj otpornih hibrida kukuruza, i to kako prema truleži stabla i klipa, tako i prema kukuruznom plamencu, jedna je od najvažnijih mjera u sustavu upravljanja i kontrole fuzarioza klipa kukuruza.

Sa stajališta kontrole fuzarioza klipa i zrna kukuruza, preporuča se sjetva srednje kasnih hibrida, koji imaju zadovoljavajući prinos zrna, ali sazrijevaju prije jesenjih kiša, zbog čega je lakše čuvanje ovakvog zrna nego kod kasnostasnijih hibrida. Izbor hibrida ipak treba biti prilagođen konkretnim agroklimatskim uvjetima u kojima se kukuruz uzgaja. Sa stajališta truleži klipa, ovo podrazumijeva izbor ranijih hibrida koji će sazrijeti prije nastupanja kišnog razdoblja u jesen, pa čak iako je to razdoblje nastupilo ranije i bilo vrlo dugo. Ovakav izbor hibrida omogućava raniju berbu, a time i pravodobnu sjetvu pšenice, što je posebno važno jer je plodosmjena ove dve biljne vrste obično najzastupljenija. Ranijih godina, proizvođači su se najčešće opredjeljivali za kasne hibride i u regijama koje nisu bili povoljne za njihovo sazrijevanje, najvećim dijelom zbog visokog prinosa. Današnje selekcije ranih i srednje ranih hibrida, FAO grupe zrenja 300-500, odlikuju se visokim prinosom, što je važan kriterij da se proizvođači opredijele za njihov izbor.

Osim izbora otpornog genotipa, za sjetvu je neophodno koristiti kvalitetno sjeme kukuruza, visokog postotka vigora i kljavosti, obavezno tretirano fungicidom (na bazi metalaksila - preparat Maxim[®] XL, kaptana, tirama ili drugih). Tretiranjem sjemena fungicidima suzbija se površinska, ali ne i unutrašnja infekcija sjemena i zato je najvažnije za sjetvu koristiti zdravo sjeme visoke energije i postotka kljavosti. Isto tako, optimalno vrijeme sjetve, optimalna dubina (ni previše duboko, da se sjeme ne iscrpljuje kada je vlažno i pro hladno proljeće, ni previše plitko, gdje je prosušen sloj zemljišta), i optimalna gustoća su faktori koji pomažu, uz druge faktore, razvoj usjeva kukuruza dobre kondicije. U ove druge brojne mjere treba uključiti izbalansirano gnojenje zemljišta mineralnim gnojem, duboko oranje, plodosmjenu, suzbijanje korova i pravodobnu berbu. Ako se navedene mjere pravilno i pravodobno ne primijene, razvoj truleži korijena i stabla je intenzivniji.

Utvrđeno je da velika količina dušika povećava intenzitet truleži stabla kukuruza, a velika količina fosfora i kalija smanjuje. Ako je gustoća usjeva veća od optimalne, može se očekivati veći broj oboljelih biljaka, pri čemu veća gustoća biljaka povećava nepovoljno djelovanje suše ili simulira uvjete suše. Također je važno napomenuti da se s ranom sjetvom kukuruza povećava pojava truleži sjemena i mladih klijanaca.

Trulež korijena i stabla kukuruza je manjeg intenziteta ako se kukuruz sije poslije soje, dok je šećerna repa nepovoljna kao predusjev kukuruzu jer je poslije nje zemljište zbijeno, a i nematode učestalije oštećuju mlade biljčice kukuruza, zbog čega se, kao sekundarna pojava, obično razvijaju vrste roda *Fusarium*. Suzbijanjem kukuruznog plamenca, primjenom insekticida, smanjuje se infekcija kukuruza raznim *Fusarium* vrstama, ali se to u praksi rijetko primenjuje. U nekim slučajevima, kao što je kukuruz šećerac, mogu se primijeniti biološki preparati za suzbijanje kukuruznog plamenca (Tancik i sur., 1993, 1994).

Ako 10% biljaka pokazuje jak razvoj truleži stabla, neophodno je berbu prilagoditi fiziološkoj zrelosti kukuruza. Više inficiranih biljaka pojavljuje se poslije plitkog zaoravanja ili ostavljanja biljnih ostataka na površinu zemljišta (Lević, 2002).

Zarastanje usjeva u korov, pšenica kao predusjev ili sjetva osjetljive sorte pšenice pored usjeva kukuruza su povoljni preduvjeti za razvoj fuzariozne truleži klipa. Uništavanje korova je važna mjera u suzbijanju fitoparazitnih gljiva iz roda *Fusarium*, jer je utvrđeno da su i oni, posebno travne vrste, domaćini istih onih vrsta roda *Fusarium* koje parazitiraju i kukuruz (Lević, 2002). Osim toga, pšenica i druga strna žita su loši predusjevi za kukuruz, kao i usjevi pored kukuruza jer je *F. graminearum* najvažniji parazit za sve ove vrste biljaka. U godinama pogodnim za razvoj fuzarioza klasa pšenice, posebno osjetljivih genotipova, na klasovima pšenice se razvijaju brojne konidije ili čak i peritecije koje predstavljaju važan izvor inokuluma za kukuruz, te što je kukuruz bliži ovakvoj pšenici, to je i više izložen napadu patogena, nego kad bi bio na većoj udaljenosti od nje.

Očuvanje zdravog i neoštećenog zrna kukuruza moguće je ostvariti primjenom brojnih mjera. Prije svega, treba izbjegavati fizička oštećenja zrna tijekom svih faza berbe, transporta i skladištenja, jer je oštećeno zrno osjetljivije prema napadu fitopatogenih gljiva nego neoštećeno. Stoga, treba pravilno namjestiti opremu za berbu tako da se postigne minimalno oštećenje zrna, kao i njegovo maksimalno čišćenje od mnogih primjesa. Smatra se da vlaga zrna pri berbi ispod 26-24% osigurava njegovo minimalno oštećivanje.

Sušenje zrna je najvažnija mjera "liječenja" ili "ublažavanja" šteta od fuzariozne truleži (Bainton i sar., 1980). Sušenje zrna do 15% vlage treba biti što brže, ali ne duže od 24-48 sati poslije berbe. Druga mogućnost je visoka temperatura sušenja, dok zrno ne dostigne 20-21% vlage, potom smanjenje do 13% vlage s nižom temperaturom. Nakon sušenja treba izbjegavati skladištenje toplog zrna u hladna skladišta jer će se pojaviti kondenzacija. Zato je potrebno osigurati postupno hlađenje zrna kukuruza do temperature od 2-5°C poslije sušenja, uz održavanje ovakvih uvjeta i dalje tijekom cjelokupnog čuvanja. Zrna koja će biti uskladištena moraju sadržavati sigurnu vlažnost ili čak nižu. Maksimalno sigurna vlažnost je ako je vlaga zrna kukuruza 13-14%, a atmosferska vlaga 70%. Aeracija uskladištenog kukuruza je osnova za očuvanje kvaliteta zrna na početnom nivou.

Mogućnosti umjetnog sušenja kukuruza kod nas su najčešće male, zato se kukuruz uglavnom suši prirodnim putem i čuva u koševima. U takvim uvjetima treba pažljivo pregledati kukuruz i odbaciti sve klipove s promijenjenom bojom zrna (crvena, ružičasta, ljubičasta, bijela), ispucalim ili iskljalim zrnima (viviparija) ili mehanički oštećene klipove, kao i dijelove kočnja i nečistoće. Ispucala i iskljala zrna su najčešće znak

infekcije i zato ih treba odvojiti od zdravih zrna.

Čuvanje kukuruza u uskim koševima, koji su postavljeni dužom stranom prema pravcu vjetrova i imaju rešetkastu konstrukciju poda, kao i da nisu do vrha popunjeni, osigurani su uvjeti za cirkulaciju zraka i sušenje kukuruza. U zimskom razdoblju treba 2-3 puta pregledati koš i odstraniti klipove oštećene od miševa ili promijenjene boje zrna, jer sve to omogućava razvoj „samoupale” ili tzv. “vrućih točaka” u košu.

Zaraženi klipovi koji se uklone prije skladištenja mogu se koristiti kao gorivo jer kukuruz ima visoku kaloričnu vrijednost ili za dobijanje onih produkata koji se ne koriste u ishrani životinja i ljudi, na primjer za dobijanje etil alkohola.

Ako se kukuruz mora obrati s vlagom iznad 26-28%, zbog nepovoljnih jesenskih uvjeta, tada je mali broj mogućih rješenja radi očuvanja njegovog kvaliteta, posebno zdravog zrna. U takvim slučajevima lakše je očuvati kukuruz u zrnu nego u klipu, pri čemu se visoko vlažno zrno može tretirati s organskim kiselinama (propionska, izobutirična, smjesa ovih kiselina s amonijum izobutiratom), ali prije nego što se razviju plijesni. Ove kiseline neće ukloniti prethodno formirane mikotoksine u zrnu, ali će zaustaviti njihovo daljnje stvaranje. Ovaj postupak poskupljuje proizvodnju kukuruza, a tretirano zrno može se koristiti samo za ishranu stoke.

Za potrebe malih domaćinstava, visoko vlažan klip ili zrno kukuruza može se silirati tako što da se samljeveno dobro zbijе u raspoloživu ambalažu (bačve, PVC vreće i sl.) i dobro zatvori. Veličina ambalaže je prema raspoloživom stočnom fondu domaćinstva, jer se jednom otvorena silaža mora potrošiti u što kraćem vremenu. Mjesto gdje se drži silaža mora biti zaštićeno od miševa, jer oštećena ambalaža omogućava kvarenje silaže.

Rizik od mikotoksina ne postoji ako se u ishrani životinja i ljudi koristi kukuruz podrijetlom s polja na kojima nisu utvrđene fuzarioze klipa, koji se zatim osuši i čuva na standardan način. Pojava fuzarioza klipa u polju ili u koševima otvara pitanje u kojoj se mjeri takav kukuruz može koristiti u ishrani životinja i ljudi, a da ne uzrokuje mikotoksikoze. Ipak, u slučaju bilo kakve sumnje na pojavu fuzarioza klipa i zrna kukuruza najbolji način je da se uzorci ovakvog kukuruza analiziraju na prisustvo mikotoksina u ovlaštenoj laboratoriji i da se na osnovu tih rezultata preporuči njegovo korištenje.

Dodavanjem 0,2 i 0,4%, adsorbenata u stočnu hranu za svinje (Emgal S, Iprogala) ili krave muzare (Minazela), utvrđeno je bolje iskorištavanje hrane (Lončarević i sur., 1973) i smanjenje rezidua zearalenona i njegovih metabolita u mlijeku krava (Nešić i sur., 2003). Dodavanjem preparata na bazi zeolita (Fix-a-tox, Mikozal) u hranu za svinje, koja je kontaminirana s diacetoksiscirpenolom i T-2 toksinom, poboljšava se

hranjiva vrijednost obroka do nivoa koju ima hrana bez mikotoksina, pri čemu nema bitnog utjecaja na ekonomiju proizvodnje prasadi (Živković i sur., 1995).

LITERATURA

Bainton, S.J., Coker, R.D., Jones, B.D., Morley, E.M., Nagler, M.J., Turner, R.L. (1980): *Mycotoxin training manual*. Tropical Products Institute, London, 177.

Burgess, L.W., Summerell, B.A., Bullock, S., Gott, K.P., Backhouse, D. (1994): *Laboratory for Fusarium research*. Third edition. Fusarium Research Laboratory, Department of Crop Sciences, University of Sydney and Royal Botanic Gardens, Sydney, 133.

Dimitrijević, M., Jurković, D. (1977): *Mikroflora na semenu kukuruza*. Zaštita bilja 141: 319-326, Beograd.

Gilbertson, R.L., Brown, W.M., Ruppel, E.G., Capinera, J.L. (1986): Association of corn stalk rot *Fusarium spp.* and western corn rootworm beetles in Colorado. *Phytopathology* 76: 1309-1314.

Hagler, Jr. W.M., Towers, N.R., Mirocha, C.J., Eppley, R.M., Bryden, W.L. (2001): Zearalenone: Mycotoxin or mycoestrogen? In: Summerell, B.A., Leslie, J.F., Backhouse, D., Bryden, W.L., Burgess, L.W. (eds), *Fusarium - Paul E. Nelson Memorial Symposium*. APS Press, The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, 321-331.

Joffe, A.Z. (1974): Toxicity of *Fusarium poae* and *F. sporotrichioides* and its relation to alimentary toxic aleukia. In: I.F.H. Purchase (ed.), *Mycotoxins*. Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York. 229-261.

Lević, J. (2002): Bolesti tipa truleži korena i stabla. U: Kolektiv autora (ed.), *Bolesti, štetočine i korovi kukuruza i njihovo suzbijanje*, Školska knjiga, Novi Sad, 76-110.

Lević, J., Penčić, V., Ivanović, D., Bača, F., Stefanović, L. (1995): Otpornost kukuruza prema bolestima, štetočinama i delovanju herbicida. U: Simpozijum sa međunarodnim učešćem: Oplemenjivanje, proizvodnja i iskorišćavanje kukuruza - 50 godina Instituta za kukuruz "Zemun Polje", 28-29. septembar, 1995, Beograd, 61-72.

Lević, J., Tamburić, Lj. (1996): Proučavanje *Fusarium proliferatum* i *Fusarium moniliforme* izolovane iz zemljišta, sa korena i stabla kukuruza i utvrđivanje njihove patogenosti. *Zaštita bilja* 215: 71-85, Beograd.

Lew, H., Adler, A., Edinger, W. (1991): Moniliformin and the european corn borer (*Ostrinia nubilalis*). In: *Second European Seminar - Fusarium Mycotoxins, Taxonomy, Pathogenicity*. Poznan (Poland), 5-7 September, 1991, 71-76.

Lončarević, A., Penčić, V., Smiljaković, H., Gotovčić, S. (1972): Mikotoksikoza svinja prouzrokovana gljivicama roda *Fusarium*. Dokumentacija za tehnologiju i tehniku u poljoprivredi 9/10: 1-7.

Lončarević, A., Smiljaković, H., Penčić, V., Babić, P., Maksimović, R. (1973): Dodavanje Iprogala - radi iskorišćavanja kukuruza kontaminiranog sa *Gibberella zeae* u ishrani svinja. *Krmiva* 15: 73-76.

Lušin, V. (1980): Intenzitet zaraze uskladištenih žitarica nekim vrstama gljiva. *Glasnik zaštite bilja* 6: 187-190, Zagreb.

Kordić, B., Muntañola-Cvetković, M., Panin, M. (1979): Field and laboratory studies of swine mycotoxins in the S.R. of Serbia (Yugoslavia). *Zb. Vet. Med.* 26: 540-550.

Krnjajić, Đ. (1985): Stanje biljnih bolesti i štetočina na teritoriji SFRJ u 1984. godini. Savezni komitet za poljoprivredu. Glasnik zaštite bilja 8/9: 228-266.

Marasas, W.F.O. (2000): *Fusarium mycotoxins in the third millennium. Book of Proceedings of the 6th European Fusarium Seminar and Third COST 835 Workshop of Agriculturally Important Toxigenic Fungi, September 11-16, 2000, Berlin, Germany, 42.*

Marić, A. (1981): *Fusarium diseases of wheat and corn in Eastern Europe and the Soviet Union. In: Nelson, P.E., T.A. Toussoun, R.J. Cook (eds), Fusarium: Diseases, Biology, and Taxonomy. The Pennsylvania State University Press, University Park and London, 77-93.*

Marić, A. (2002): Bolesti tipa plesnivosti (truleži) klipa i zrna. U: Kolektiv autora (ed.), Bolesti, štetočine i korovi kukuruza i njihovo suzbijanje, Školska knjiga, Novi Sad, 111-127.

Milatović, I. (1959): Fuzarijske bolesti kukuruza i njihovo suzbijanje. Biljna zaštita 4: 90-92.

Milatović, I. (1967): Uzročnici truleži klipova kukuruza na području SR Hrvatske. Poljoprivredna znanstvena smotra, Poljoprivredni fakultet, Zagreb, 7: 3-9.

Milić, D., Penčić, V., Kordić, B., Lončarević, A., Zaletel, I., Filipović, V. (1969): Patološka stanja u svinja hranjenih smešama sa kukuruzom zaraženim sa *Gibberella zaeae*. Savremena poljoprivreda 5/6: 501-506, Novi Sad.

Nešić, S., Grubić, G., Adamović, M., Bočarov-Stančić, A., Daković, A. (2003): Uticaj mineralnog adsorbensa "Minazel" na smanjenje rezidua zearalenona i njegovih metabolita u mleku krava. Vet. glasnik 57: 201-208.

Ožegović, L., Pepeljnjak, S. (1995): Mikotoksikoze. Školska knjiga, Zagreb, 276.

Pepeljnjak, S. (1983): *Trichothecene problems in Yugoslavia. In: Y. Ueno (ed.) Trichotecenes - Chemical, Biological and Toxicological Aspects. Kodonsha LTD, Tokyo and Elsevier Science Publishers B. V. Amsterdam, 265-272.*

Rajić, I. (1963): O alimentarnim intoksikacijama konja na području Veterinarske stanice Sivac. Vet. glasnik 6: 554-557.

Tancik, J., Bača, F., Radin, Ž. (1993): Chemicka ochrana cukrevej kukurice proti vijačke kukuručnej. Zbornik referatov z vedeckej konferencie Ochrana polnohospodarskych plodín proti Skodlivým ninitelom, Maj 27, 1993, Nitra, Slovensko, str. 202-208.

Tancik, J., Radinova, Ž., Bača, F. (1994): Učinnost druhov *Trichogramma evanescens* Westwood a *Trichogramma maydis* Pint. et Voeg. Proti vijačke kukuručnej (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) na cukrovej kukuruci, Ochr. Rostl. 30 (3): 209-220.

Warfield, C.Y., Gilchrist, D.G. (1999): Influence of kernel age on fumonisin B₁ production in maize by *Fusarium moniliforme*. Appl. Environ. Microbiol. 65: 2853-2856.

Živković, B., Bočarov-Stančić, A., Rajić, I., Kovčín, S., Vlahović, M., Gluhović, M. (1995): Štetnost mikotoksina u ishrani odbijenih prasadi. Savetovanje "Naučnih dostignuća u stočarstvu", Novi Sad, 28-30. januar 1995.

APPEARANCE AND CONTROL OF EAR AND KERNEL OF CORN FUSARIOSES

Summary

There have been about twenty kinds of *Fusarium* genus isolated from a kernel of corn, out of which the most important ones, based on the intensity of appearance, diffusion and economic importance, in the majority of areas where corn is grown, are genuses *F. graminearum*, *F. verticillioides* (syn. *F. moniliforme*) and *F. subglutinans*, and lately also *F. proliferatum*. These types of *Fusarium* genus cause various symptoms on ill plants, such as rotting of kernel and sprouts, rotting of roots and stems, as well as mouldiness and rotting of ear and kernel of corn.

In this work the importance of different kinds of *Fusarium* genus is described, their most important macroscopic and microscopic characteristics, symptoms of fusarioses of ear and kernel of corn, and conditions for development of these diseases, as well as micotoxines and micotoxicoses caused by different *Fusarium* types. In addition to this, the measures of their control are analyzed.

Key words: corn, fusarioses of ear/corn, micotoxines, micotoxicoses, control



Poduzeće za proizvodnju
vanjsku i unutarnju trgovinu

Lukavec - Nova Cesta 16
10412 Velika Gorica (Donja Lomnica)
Tel/fax: 01 62 34 466
Mob: 091 62 34 466



KULTIVATOR 2R - cijena 4500 kn
KULTIVATOR 4R - cijena 9000 kn



MJEŠAONA MKS 250 - cijena 10.000 kn
MJEŠAONA MKS 500 - cijena 12.000 kn

PDV je uključuen u cijenu