

## ŠTETOČINE KUKURUZA I MODELI BOLESTI



U umerenoj klimi, kukurus je jedna od najzastupljenijih kultura. Sa povećanjem upotrebe kukuruza kao obnovljivog izvora energije, proizvodnja ovog useva se povećava ponovo. Zahvaljujući visokom intenzitetu uzgoja kukuruza, kukuruzni plamenac i crv korena kukuruza postaju rastući problem u području. U nekim godinama plamenjača takođe može da uzrokuje probleme. Za sve uzgajivače kukuruza koji proizvode za ljudsku ishranu ili za ishranu životinja, *fusarium* može uzrokovati mnoge probleme u vlažnim godinama.

- **Evropski kukuruzni plamenac (*Ostrinia*)**
- **Zapadni kukuruzni crv korena (*Diabrotica*)**
- **Plamenjača kukuruza**
- ***Fusarium* na kukuruzu**



## EVROPSKI KUKURUZNI PLAMENAC (Ostrinia)



Široka upotreba sistema bez oranja je dovela do povećanje štete uzrokovane od strane evropskog kukuruznog plamenca. Ova štetočina je postigla veći ekonomski značaj u područjima gde se nije pojavljivala tokom prošlog veka. Promena klime zajedno sa mogućnošću hibernacije u ne zaoranim delovima kukuruza uzrokuju ovaj problem.



### BIOLOGIJA I RAZVOJ EVROPSKOG KUKURUZNOG PLAMENCA

Plamenac hiberniše u stablu kukuruza koji se nalazi na površini zemljišta. U proleće prelazi u lutku i u leto izlazi leptir. Nakon jednog dana odrasla jedinka će početi sa polaganjem jaja i nastaviti tokom narednih nekoliko dana. Jaja se polažu u grupama blizu centralnog nerva lista. Larva će se izleći nakon 10 do 15 dana u zavisnosti od temperature i u L1 i L2 stadijumu se hrani lišćem. U L3 stadijumu se ubušuje u stablo. U hladnijim područjima doće do L5 faze i zatim stupiti u pauzu i završiti razvoj sledećeg proleća. U toplijim područjima nekoliko generacija će se javiti iste godine.

Let počinje u hladnijim područjima pri početku leta. Pogodne okolnosti za let su toplije noći (iznad 16<sup>0</sup>C) i visoka relativna vlažnost (iznad 80%). Let može trajati od 60 do 80 dana u zavisnosti od klime. Odprilike 10 do 14 dana nakon početka polaganja jaja, prva larva će se pojaviti. Još nedelju dana kasnije prva larva će ući u stablo kukuruza. Period između izlaska iz jaja i ulaska u stablo je onaj kada možemo delovati sa pesticidima.

Na kraju sezone možemo pronaći 50% larvi pri donjem delu stabla, a samo 10% do 20% pri dnu stabla. Ovo je razlog zbog kojeg je kukuruz za kukuruznu proizvodnju više u opasnosti od evropskog kukuruznog plamenca nego kukuruz za stočnu ishranu.

### MODEL RAZVOJA

Temperaturna akumulacija zemljišta po satima i analiza noćnih temperatura mogu pokazati dane leta za prvu generaciju evropskog kukuruznog plamenca. Zbog dugog perioda leta prve generacije u praksi druga i treća generacija se ne mogu odvojiti. Model može pokazati kada možemo očekivati prvi let ovog insekta.

Prema rezultatima ulova 2007 i 2008 u jugozapadnoj Nemačkoj (Efringer-Kirchen) i sakupljeni podaci o vremenu sa ovog mesta u godini 2006 i 2007 pazili smo na odgovarajuću temperaturnu akumulaciju i procenili mogući početak leta evropskog kukuruznog plamenca.

Let će započeti u noći kada su temperature iznad 15<sup>0</sup>C i relativna vlažnost je iznad 80% između 23:00h i 6:00h.

**Godine 2007 i 2008 mogli smo pokazati da se ovo vrlo dobro poklapa sa ulovljenim jedinkama od strane feromonskih klopki. Potvrđujući ovo sa rezultatima ulova iz Austrije za godinu 2006 i 2007.**

## **ZAPADNI KURUZNI CRV KORENA**



Zapadni kukuruzni crv korena je štetočina koja se pojavila u Evropi u skorije vreme. Počela je predstavljati problem na Balkanskom poluostrvu. Zatim je naselila Mađarsku, a sada se javlja i u Austriji i počinje se pojavljivati u dolini Rajne u Francuskoj i u dolini Dunava u Nemačkoj. Diabrotica je vrlo sitan insekt i kao takav ne može proširiti svoje područje delovanja. U većem broju se može pojaviti samo u područjima gde se nailazi na svog domaćina iz godine u godinu. Zbog ovoga Diabrotica može postati ozbiljan problem u područjima gde je više od 50% kukuruz.

### **BIOLOGIJA I CIKLUS RAZVOJA DIABROTICA VIRGIFERE**

Odrasle jedinke Diabrotice su oko 6 mm dugačke, i imaju žuto telo sa tri crne pruge na leđima. Ponekad se pruge preklapaju i čine krila potpuno crnim. Ženke su nešto krupnije i imaju nešto izduženiji ovipozitor. Odrasle jedinke nasejavaju kukuruz da bi se na njemu razmnožavali i hranili, ali se lako uznemire i siđu sa kukuruzne svile ukoliko se priđe biljci. Jaja Diabrotice su bele boje, ovalnog oblika i manje od 0.8 mm dugačke. Novozlegle larve su skoro bezbojne, ali vremenom postanu bele kako se hrane i stare. Odrasle larve dostižu dužinu od 12 mm, mekane su i bele boje sa smeđom glavom. Lutka je prozirno bele boje i izgleda slično odraslom stadijumu.

Diabrotica ima jedan stadijum u toku godine. Kasno u leto, ženke postavljaju mala jaja u blizini osnove stabljike kukuruza staju tokom zime. Ženke mogu postaviti 500 do 1000 jaja u toku života. Jaja moraju proći kroz hladan period zvan dijapauza, pre izleganja u proleće. Sveže izašle larve se kreću prema zemljištu i počinje se hraniti sa sekundarnim korenom kukuruza. Larve prolaze kroz tri stadijuma i eventualno počinju da se hrane i sa primarnim korenom. Sredinom leta, larva se učauri u zemljištu, izlazi kao odrasla jedinka u roku od 5-10 dana, i počinje se hraniti kukuruznom svilom.

Kao što se i iz imena može zaključiti, larve su etapa razvoja Diabrotice koja nanosi štete jer se hrane korenom. Hranjenje larvi korenom može smanjiti prinos za 10% ili više. Larve poremete mogućnost biljke da usvaja vodu. U nekim slučajevima, oštećeni vrhovi korena će biti obezbojeni ili će imati crne lezije. Tokom vremena primarni ili sekundarni koren može biti u potpunosti odsečen. Prekinuti koreni ne mogu usvajati vodu efikasno kao zdrav koren. Ozbiljna zaraza larvama može uzrokovati poleganje stabla, čineći berbu teškom. Oštećeni korenovi imaju veću verovatnoću da će biti zaraženi od srane neke gljivice.

**Ženke Diabrotice su jako vezane za kukuruz zbog polaganja jaja. Ženkama najviše odgovara zemljište koje je navodnjavano ili teža zemljišta sa organskom materijom >1.5%. Odrasli će se hraniti sa lišćem i svilom kukuruza, međutim ekonomska šteta od odraslih jedinki je retka.**

#### MODEL RAZVOJA DIABROTICE

Optimalna temperatura za razvoj Diabrotice se može uzeti 11<sup>0</sup>C. Studije širom sveta su odredile minimum od 9<sup>0</sup>C do 11<sup>0</sup>C. Nakon jednog dana sa ovom temperaturom, možemo očekivati da L1 polaže jaja kada se akumulira 265<sup>0</sup>C dnevne zemljišne temperature ili nakon odprilike 6000<sup>0</sup>C akumulisane po satima zemljišne temperature. Za sve akumulisane temperature iznad 28<sup>0</sup>C se smatra da je 28<sup>0</sup>C.

Za masivno polaganje jaja i hranjenje L1 kod korena biljke možemo predpostaviti temperaturu iznad 16<sup>0</sup>C u zemljištu koja je potrebna za duži period tokom dana (16 sati).

Za kasniji razvoj insekta osnovna temperatura od 9<sup>0</sup>C treba biti postignuta. Za L1 do L2 66<sup>0</sup>C akumulisana dnevna prosečna temperatura zemljišta. Ekvivalent u temperaturama po satu je odprilike 1400<sup>0</sup>C. L2 do L3 zahteva osnovu od 145<sup>0</sup>C zasnovanoj na dnevnoj prosečnoj temperaturi zemljišta ili 3000<sup>0</sup>C po satima. Vreme od L3 do lutke će biti 124<sup>0</sup>C zasnovano na dnevnim prosečnim temperaturama zemljišta ili preko 2600<sup>0</sup>C temperatura zemljišta po satima. Vreme lutke će biti 26<sup>0</sup>C zasnovano na dnevnim prosečnim temperaturama zemljišta ili 600<sup>0</sup>C temperatura zemljišta po satima.

## PLAMENJAČA KUKURUZA, HELMINOTHOSPORIUM SSP.



Dve bolesti se podrazumevaju pod plamenjačom kukuruza. U umerenim i hladnim područjima možemo pronaći severnu plamenjaču kukuruza uzrokovanu bolešću *Helminothosporium turcicum*. Dok u toplijim područjima možemo pronaći južnu kukuruznu plamenjaču uzrokovanu patogenom *Bipolaris maydis* (Nisikado & Miyake) Shoemaker. Ova bolest je postala poznata kada je dovela do ogromnih gubitaka godine 1970 u kojima je vrlo topla klima kombinovana sa vrlo uspešnim roditeljskim genom raširenom među mnogim proizvođačima u US.



### JUŽNA PLAMENJAČA KUKURUZA (*Halminosporium mayidis*)

**Južna plamenjača kukuruza** – ovo je bila manje značajna boles tokom mnogih godina, bez ekonomskog značaja na rod. 1970, visoko virulentan soj zvan Race T se pojavio na muški hibridima kukuruza Texas sa sterilnom citoplazmom. Gubitci su bili obimni. Simptomi Race-a su uvijene lezije sa žuto-zelenim prstenom. Kasnije će imati tamne, crveno-smeđe okvire koji se pojavljuju na lišću i stablu. Gljiv prezimljava u ostacima kukuruza i na travi. Vetar i voda (kiša) pod idealnim uslovima raznose spore u polju u roku od 72 sata. Kontrolisati sa otpornim hibridima.

#### Biologija i ciklus razvoja južne plamenjače kukuruza

Južnoj plamenjači kukuruza (JPK) pogoduju toplije temperature (68-90 F) i visoka vlažnost. Stoga uzrokuje veće probleme u južnom delu Ilinoisa, iako se može naći i severnije ako uslovi pogoduju. Česti kišni periodi pogoduju razvoju bolesti.

Simptomi JPK su lisne lezije koje mogu biti male mrlje do 1.5 inča široke mrlje. One su izdužene i zelenkaste u boji. Ljubičasti do smeđi okvir se može pojaviti na lezijama u zavisnosti od genetske pozadine biljke.

Gljiva prezimljava u ostatcima kukuruza kao spora ili micelija. Spore se prenose putem vetra ili kiše na odrasle biljke. Nakon infekcije i naseljavanja, sporulacija iz primarnih lezija služe kao izvor sekundarne zaraze sve dok su vremenski uslovi pogodni za razvoj zaraze.

Ciklus zaraze se može ponoviti svakih nekoliko dana pod idealnim uslovima. Klijanje spora i njihovo prodiranje u biljku može da nastupi u roku od šest sati kada je slobodna prisutna na površini lista i temperature su između 60 i 80 F. Kontrola JPK se postiže lako sa rezistentnim hibridima. Iako se blage fleke mogu pojaviti na njima one ne uzrokuju nikakvu ekonomsku štetu.

Zaoravanje biljnih ostataka je korisno u područjima gde nema erozije. Plodored je posebno preporučljiv gde se ne koristi obrada ili gde se mnogu pronaći teški ostatci. S obzirom da ovaj patogen prezimljava na ostatcima, setva kukuruza u takve ostatke može uzrokovati raniju zarazu i loše klijanje semena. Folijarni fungicidi su korisni u poljima za proizvodnju semena. Za optimalnu kontrolu, bitno je kontrolisati dolijarne bolesti tokom perioda od 14 dana pre metličanja i 21 dan nakon metličanja. Istraživanja su pokazala da ovaj period od četiri nedelje je najkritičniji za oštećenja od plamenjače na prinos i kvalitet.



#### Model bolesti južne plamenjače kukuruza

Bolesti je potrebna slobodna voda da bi došlo do zaraze biljke. Ukoliko imamo vlaženje lista i toplije je od 15°C infekcija može nastupiti. Infekcija će biti završena nakon što akumuliramo 100°C akumulisanih temperatura vazduha po satu i ako je vlažnost lista i dalje tu.

Model zaraze južne plamenjače kukuruza:

Ukoliko vlažnost lista > 0 i temperatura vazduha  $\geq 15$  tada

Početi

JPK zaraza: JPK zaraza + temperatura vazduha \* period vlaženja lista u minutima

ako JPK zaraza > 100\*60 tada JPK zaraza = 100\*60

u suprotnom JPK zaraza : = 0

(Ukoliko je temperatura iznad 15<sup>0</sup>C i temperatura vlaženja više od 100\*60<sup>0</sup> akumulisana temperatura po minuti, infekcija je završena)

### SEVERNA PLAMENJAČA KUKURUZA (*Helminthosporium turcicum*)



Severna plamenjača kukuruza (SPK) uzrokovana je od strane gljive *Exserohilum turcicum* predhodno zvana *Helmithosporium turcicum*, može uzrokovati gubitke u prinosu u vlažnim područjima gde se kukuruz uzgaja. U umereno vlažnoj klimi može se pojaviti bilo gde ali se uglavnom ne pojavljuje u polju pre svilenja. Ova bolest retko uzrokuje značajne gubitke u prinosu tokom suvog perioda, ali tokom vlažnog perioda može uzrokovati gubitke preko 30% ukoliko se pojavi na gornje mdelu biljke za vreme svilenja. Ukoliko su štete lista samo osrednje ili su odložene do šeste nedelje nakon svilenja, štete su minimalne.

**Simptomi:** znak severne plamenjače kukuruza je od jedan do šest inča dugačka zeleno - siva lezija, oblika cigarete na donjim listovima. Kako se bolest razvija, lezije se šire na ostale listove. Lezije mogu postati tako mnogobrojne da su listovi praktično uništeni i uzrokuju smanjenje prinosa zahvaljujući manjku karbohidrata. Listovi zatim postaju zelenkasto smeđi i uvijeni, kao da su oštećeni od mraza. Gubitci u prinosu mogu biti i do 30-50%.

**Ciklus bolesti:** gljiva koja uzrokuje SPK prezimljava kao micelija i konidija na ostatcima kukuruza ostavljenih na površini zemljišta. Konidije se pretvaraju u spore sa tankim zidovima zvanim hlamidospore. Tokom toplog, vlažnog vremena početkom leta, nove konidije nastaju na starim ostatcima kukuruza, i konidije se prenose od strane vetra ili kiše na donje listove mladog kukuruza. Zaraza od strane klijajućih konidija nastupa kada je slobodna voda prisutna na površini lista 6-18 sati i temperatura je između 18-27<sup>0</sup>C. Lezije se razvijaju u roku od 7-12 dana. Sekundarno širenje unutar polja nastupa od strane konidija koje su nastale na tkivu lista.

Ukoliko imamo vlaženje lista H. Turcicum može zaraziti lišće biljke. Koliko će biti potrebno vremena za zarazu (koliko dugo lišće treba da ostane vlažno) zavisi od temperature vazduha. Zaraza se može dogoditi ukoliko je temperatura između 13<sup>0</sup>C do 28<sup>0</sup>C. Pri temperaturi od 18<sup>0</sup>C biće potrebno 18 sati za zarazu. Ukoliko je temperatura niža biće potrebno duže vreme, a ukoliko je viša kraće vreme vlaženja lista.

Severna plamenjača lista (*Helminthosporium turcicum*) Infection model:

Ukoliko (vlaženje lista > 0) i (temperatura vazduha >= 13) i (temperatura vadauha <= 28) tada

Počinje

SPK zaraza:= SPK zaraza+(temperatura vazduha-13)\*trajanje vlaženja lista u minutima.

ili SPK zaraza > (18-13)\*18\*60

**u suprotnom SPK zaraza :=0**

(ukoliko je temperatura iznad 13°C i ispd 28°C i period vlaženja lista više od 18-30\*13\*60°C akumulisana temperatura – 13 po minutu, infekcija je završena.)

## Fusarium Spp. na kukuruзу



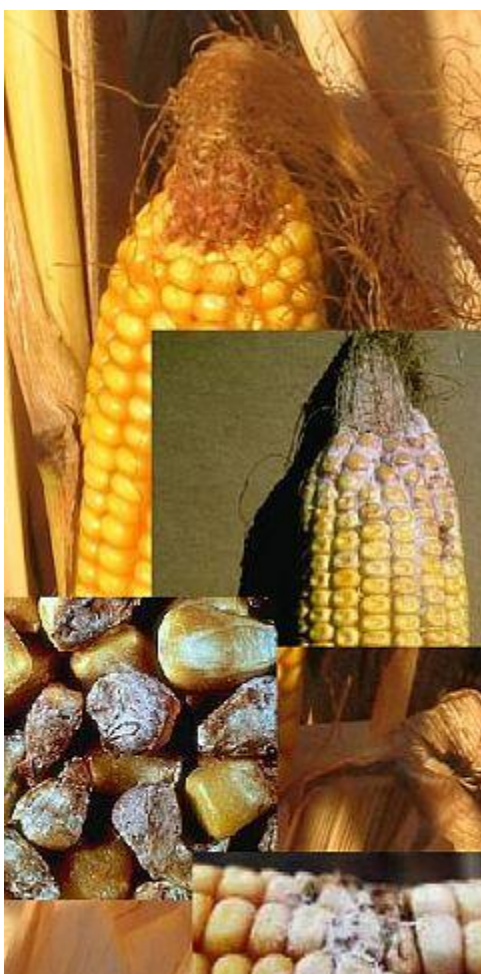
Fusarium klipa kukuruza je najčešće gljivično oboljenje na klipu kukuruza. Uzrokovana je mnogostrukim sojevima *Fusariuma*. Simptomi *Fusariuma* su bela do ljubičasta pepelnica, koja javlja bilo gde na klipu. Često zaraza započinje na mestu oštećenja od insekata. Uglavnom ne zahvata ceo klip. Zahvaćena zrna često imaju smeđu boju ili bele pruge. Ove gljivice mogu proizvesti mikotoksine poznate kao fumonisin.

- Biologija Fusarium-a na kukuruзу
- Model zaraze fusarium-a kukuruza
- Model upozorenja fusarium-a kukuruza od mikotoksina





## BIOLOGIJA FUSARIUMA NA KUKURUZU



Najznačajnije bolesti klipa kukuruza uzrokovane su od strane gljiva Fusarium-a.

“Fusarium klipa kukuruza” se odnosi na bolest uzrokovanu od strane Fusarium Verticillioides, F. Proliferatum i F. Subglutinans. Simptomi fusarium-a klipa je buđ bele do ljubičaste boje, koja se javlja bilo gde na klipu ili raspoređena po celoj površini. Često zaraza počinje zrnima oštećenim od strane insekata, ali može biti i ceo klip zaražen. Zaražena zrna su uglavnom smeđe boje ili imaju bele linije. Fusarium uzrokuje takođe i truljenje stabljike kukuruza. Gljiva preživljava na ostacima kukuruza i na ostacima drugih biljaka, posebno trave. Fusarium spore se šire od strane vetra ili kiše koja pada na svilu koja je najosetljivija. Zaraza zrna takođe može da nastupi i preko stabla, ali ovaj način zaraze je ređi. Zrna oštećena od strane insekata su vrlo osetljiva, i spore nošene na insektima mogu zaraziti oštećena zrna.

Gibberella trulež klipa kukuruza je uzrokovana od strane gljive Gibberella zeae, takođe poznata kao

Fusarium graminearum.

Najlakše se može prepoznati po crvenoj ili roze boji buđi. Skoro uvek se prvo pojavljuje na vrhu klipa. Nekim slučajevima, boja je vrlo bleđa da bi se mogla videti, tako da buđ izgleda bela. U ovom slučaju, nije svaki put moguće razlikovati Gibberella trulež klipa od Fusarium-a bez predhodnog mikroskopskog proučavanja.

Ova gljiva takođe uzrokuje, trulež stabljike kukuruza.

Spore ovih gljiva zarazuju preko svile; smatra se da zaraza stabljike ne dovodi do Gibberella truljenja klipa. Spore dospevaju do svile preko vode ili se raznose uz pomoć insekata. Zaraza se uglavnom pre pojavljuje na mestu oštećenja od strane insekata nego na vrhu klipa.

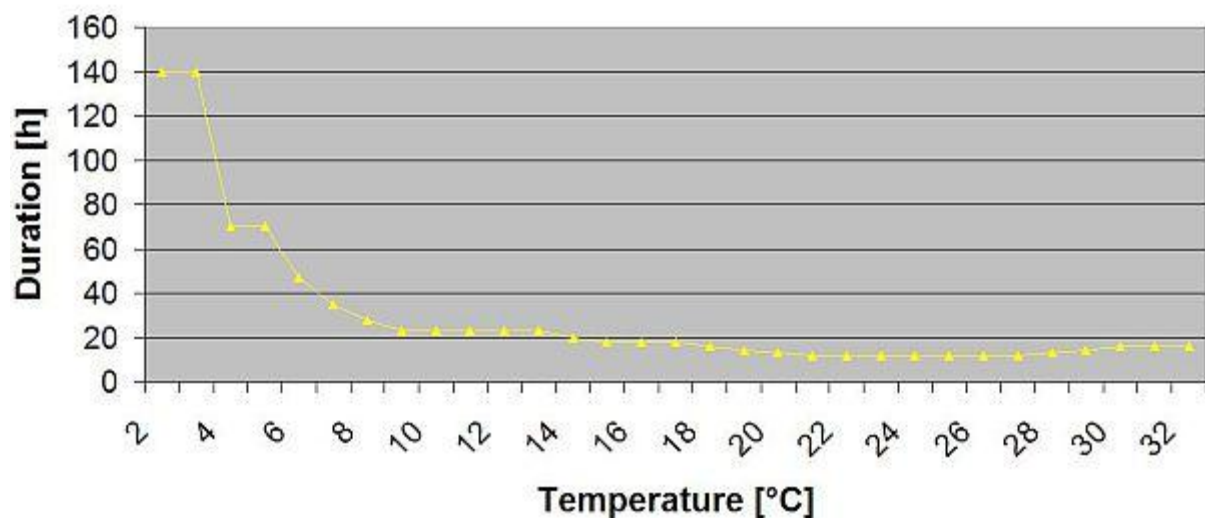
Zaraza od strane Gibberella truleži klipa se pojavljuje češće kada je vreme hladno i vlažno tokom prvih pet dana nakon svilenja. Daljnji razvoj buđi takođe zavisi i od povremeno vlažnog vremena. Optimalna temperatura za razvoj bolesti je 19<sup>0</sup>C – 24<sup>0</sup>C.

Fusarium na kukuruza i pšenici je osetljiv u BBCH etapi 61 do 75. Nakon etape 75 model se samo koristi u slučaju teške zaraze od strane evropskog kukuruznog plamenca.

Gljivičnom agensu koji pripada Fusarium-u na kukuruza pogoduje temperatura od 20-30<sup>0</sup>C i

dugi vlažni periodi. Periodi vlaženja koji traju nekoliko dana će dovesti do prvih vidljivih simptoma. Ali simptomi se mogu videti nakon dužeg perioda latencije ukoliko je zaraza praćena periodom vlaženja lista od 18 sati ili čak manje. Simptomi se takođe mogu uočiti nakon veštačke inokulacije pri temperaturi od 15<sup>0</sup>C . Sabirajući sve različite kombinacije temperature i vlage koje smo našli u literaturi, odlučili smo da istaknemo Fusarium zarazu ukoliko temperatura i period vlaženja lista ili period sa više od 85% relativne vlažnosti prelazi vrednosti prikazane u grafikonu.

### Relation in Between Duration of Leaf Wetness or relative Humdidity $\geq 85\%$ and Temperature for Fusarium Infection on Small Grains or Corn



Zaraza počinje sa kišom od 2 mm. Zaraza fuzarijumom se može pretpostaviti ukoliko vrednost razvoja bolesti dosegne 100%. Računanje ove vrednosti prati odnos između trajanja perioda vlage i temperature prikazane u grafikonu iznad.

Ovaj model se koristi da bi se prikazali dani zaraze i klimatski uslovi. Znanje uzgajivača o etapi razvoja različitih tipova pšenice daje uzgajivaču mogućnost da odredi da li da primeni kurativno prskanje odmah nakon zaraze.

#### Reference:

Aktivnost vode, temperatura, i pH efekat na rast Fusarium moniliforme i Fusarium proliiferatum izolovanih iz kukuruza Sonia Marin, Vicente Sanchis, and Naresh Magan.

## **FUSARIUM KUKURUZA MIKOTOKSIČNI MODEL UPOZORENJA**

Ogledi zaraze od Fusariuma sa proširenim periodom vlaženja dovodi do visokog sadržaja mikotoksina. Od ove informacije i perioda vlaženja od 48 sati ili još više tokom etape 61 i 69 se predpostavlja da će dati visok stepen mikotoksina. Znanja stečena preko analize DON u komercijalnom uzgoju pšenice pokazalo je da period vlaženja lista dovoljno dugačak da bi došlo do infekcije prateći inicijalnu etapu zaraze od 61 do 69 kojamože povećati DON vrednost takođe. U slučaju dužih perioda vlaženja mikotoksin se može povećati do etape 75. Kasnije izaraze će biti samo moguće u odnosu sa evropskim kukuruznim plamencom.

Fieldclimate akumulirše obrazac rizika proporcionalan razvoju zaraze za svaki uspešan period zaraze preko perioda koji je bio odabran da bude odgovarajući za ove proračune. 6 upravo završenih perioda će dovesti do rizika od 100%. Normalno, period vlaženja lista koji dovodi do zaraze fusariumom je duži nego što je minimum potrebno. Stoga većina zaraze fusariumom dovodi do povećanja rizika više od 17%.

**Rizična vrednost koja pokazuje problematičnu situaciju mikotoksina zavisi od predhodne istorije njive. Kukuruz uzgajan nakon obrade kukuruza može nositi veći rizik od 70%. Prve godine kukuruz treba biti testiran protiv DON ukoliko rizik prelazi 100%.**