



*Deoxinibalenol eta Zearalenona mikotoxinak zerealetan*

*Agiriaren data: 2006ko uztaila*

**elika**

Fundación Vasca para la  
Seguridad Agroalimentaria

Nekazaritzako Elikagaien  
Segurtasunarako  
Euskal Fundazioa

## 1.- SARRERA

Mikotoxinak onddoen bigarren mailako metabolitoak dira. Mikotoxinak sortzeko ingurumeneko hainbat baldintza zehatz agertu behar dira; oro har, uraren jarduera maila eta tenperatura altuak izaten dira. Mikotoxinen egitura kimikoak oso bestelakoak dira, baina denak konposatu organikoak dira eta masa molekular eskasa dute <sup>1</sup>. Elikagaiei eragiten dieten mikotoxina garrantzitsuenak ondoko hauek dira: Aflatoxinak (*Aspergillus* generoko onddoek eragindakoak), Okratoxinak (*Aspergillus* eta *Penicillium* generoetako onddoek eragindakoak), Trikotezenoak, Fumonisinak eta Zearalenona (*Fusarium* generoko ondoek eragindakoak) eta Patulina (*Penicillium* generoko onddoek eragindakoak)<sup>2</sup>.

## 2.DEOXINIBALENOL ETA Zearalenona MIKOTOXINEN EZAUGARRIAK

### 2.1.-Mikotoxinen ezaugarriak

Azterlan honi dagozkion mikotoxinak biak, Deoxinibalenol (DON) eta Zearalenona (ZEA), *Fusarium* generoko ondoek eragindakoak izan ohi dira, eta zerealetan fusariosi izeneko gaixotasuna eragin ohi dute. Gaixotasun horien ezaugarriak ondoko hauek dira: zurtoinaren oinarria usteltzea eta buruetan gorrina agertzea (1. eta 2. argazkiak). Gaixotasun horrek ekoizpen-galerak ekartzen ditu, bai uzta nabarmen murrizten delako, bai garauetan mikotoxinak agertzen direlako. Zerealetako fusariosiak onddoen 17 espezierekin baino gehiagorekin lotu izan da. Hala ere, Europako zereal-zelaietan bi dira nagusiak: *F. culmorum* eta *F. Graminearum*, biek lotura estua dute mikotoxinak agertzearekin. *Fusarium* onddoek infektatu eta mikotoxinak agertu ahal dira bai zelaietan, bai uzta bildu bitartean, bai biltegiartzean <sup>3 4 5 6</sup>.

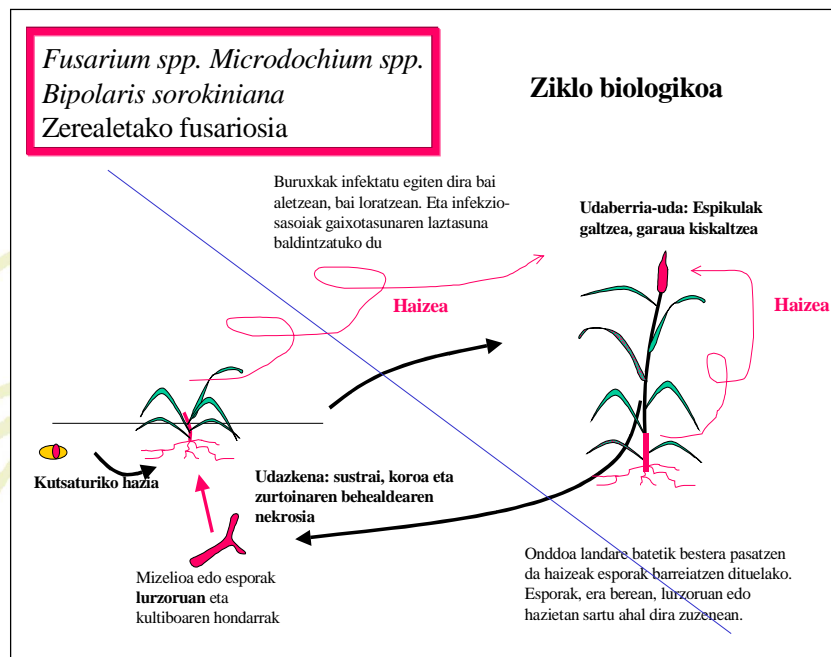


**1. argazkia:** *Fusarium spp* dela eta, zurtoinean usteltzea eta korapiloak gorritzea

Fusariosiaren intzidentzia (onddoaren presentzia bildutako aleetan) hasierako inokuluaren (hazian eta zoruan) eta eguraldiaren baldintzen arabera da. Onddoak tenperatura beroak behar ditu hazteko (15 °C-tik gorakoak), bai eta hezetan erlatibo altua ere (>%90) <sup>7 8</sup>. Zelaietan esporak agertzea baldintzatuta dago. Izan ere, horretarako baldintza bi izan behar ditugu: euria egitea eta egun lehorretan haizeak barreiatzea.



**2. argazkia:** *Fusarium spp.k* eragindako gorrina galburuetan.



1. irudia: Zerealeetako fusariosiaren ziklo biologikoa. Iturria: A. Ortiz-Barredo

Zelaietan, gaixotasunaren intzidentzia murrizteko hainbat gako ditugu: kultiboak txandatzeari (arto eta gari gogorra landatzea saihestuko dugu, gaixotasuna izateko espezierik kalteberak dira eta), gaixotasuna ez dagoen zonaldeetako hazia erabiltzea eta ongarri nitrogenatuak ondo programatzea.

**Uzta biltzean, uztaren ondoren, biltegitratzean eta irina prozesatzean mikotoxinen kutsadura saihesteko onddoaren presentzia mugatu behar dugu zelaietan** <sup>9</sup>. Hala eta guztiz ere, badira hainbat faktore onddoaren hazkundera baldintzatzen edo errazten dituztenak uztaren ondoren. Eta, era berean, badira beste faktore batzuk mikotoxinak agerrarazten dituztenak, hezetasuna eta tenperatura besteak beste. Uztaren ondoren, mikotoxinak 22-27°C bitartean agertzen dira (ZEA izan ezik, horrek 12-15°C bitarteko tenperaturak behar ditu eta). Halaber, hezetasun erlatiboa %20-22tik gorakoa denean ere, errazago agertzen dira mikotoxinak ( $a_w > 0,90$ ).

### **Deoxinibalenola**

DON mikotoxina trikotezenoen familiakoa da. Familia hori 150 konposatuk osatzen dute gutxi gorabehera; eta, egiturari dagokionez, konposatu horiek elkarrekiko lotura dute. Gehien-gehienak *Fusarium* generoko ondoek eragindakoak dira. Elikagaiak kutsatzen dituzten trikotezeno garrantzitsuenak ondoko hauek dira: DON (bomitoxina izenarekin ezagunagoa), Nibalenol (NIV), T-2 toxina eta diazetoxiszirpenola (DAS)<sup>1</sup>.

DON mikotoxina baliteke *Fusarium* generoko ondoek eragindako mikotoxinarik zabaldiena izatea. Izan ere, herrialde garatuetan zein garatzeko bidean daudenetan, Zerealeetako garauak kutsatu egiten ditu, arto eta gari garauak bereziki.

Uztaren aurretik, ondoek kutsaturiko zereal-garuetan sortzen da DON, eta gero eta intzidentzia handiagoa lortzen du loratze sasoiaren euria eginez gero. Konposatu termoegonkorra da (180°C-ra arte), uretan disolbagarria da, bai eta disolbatzaile polar

batzuetan ere. Biltegitratze eta prozesatzean bizirik irauten du; beraz, elikakatean sartu ahal da<sup>3 5</sup>

## **Zearalenona**

ZEA mikotoxina (antzina F-2 izenarekin ezagutzen zen) *Fusarium graminearum* familiako toxina da, *F.culmorum*, *F.cerealis* eta *F.euqiseti* eta *F.Semitectum* familiakoek eragindakoa da batez ere. Espezie horiek zerealak kolonizatzen dituzte hezetasun handia eta tenperatura hotzak daudenean<sup>4 5</sup>. Baina mikotoxina sortu eta hazi ahal da uztaren ondoren, biltegitratzeko baldintzak txarrak diren kasuetan<sup>5</sup>.

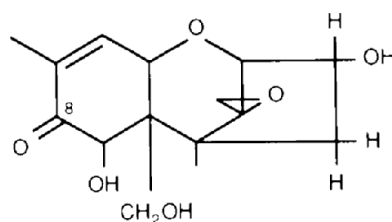
ZEA, bereziki, garian eta artoan aurkitu ahal dugu. Baina hurrengo zerealetan ere bai: basarto, garagar, olo, arroz eta pentsu konposatueta<sup>1 4 5</sup>. Mikotoxina estrogenikoa da, eta Amerikako iparraldean, Japonian eta Europan oso hedatuta dago. Herrialde garatueta, halaber, ZEA konposatuaren kontzentrazio altuak deskribatu egin dira, artoa kultibatzen den klima epeleneta batez ere<sup>7</sup>. Mikotoxina termoegonkorra da, ez da disolbagarria uretan, baina bai disolbatzaile organikoetan zein uretako disolbatzaile alkalinoetan. Bizirik irauten du biltegitratu, eho, prozesatu eta elikagaiak kuzinatze prozesuan<sup>4 10</sup>.

Azterlan baten arabera, silize-geletan eta zero azpitik 15 °C-etako izozte lehorrean urtebetez egonkorra izan ahal da ZEA. Halaber, 10 °C-tik beherako tenperaturan eta %33ko hezetasunetik beherako baldintzetan biltegitratuz gero, ZEA egonkorra izaten da<sup>11</sup>.

## **2.2.- Eraketaren kimika**

### **Deoxinibalenola**

DON mikotoxina epoxi-seskiterpenoidea da, eta trikotezenoen familiako B taldekoa da. Kimikari dagokionez, 12, 13-epoxi-3  $\alpha$ , 7 $\alpha$ , 15-trihidroxitrikotezen-9-en-8-uno formula du. Hiru hidroxilo talde ditu: bat primarioa da eta beste biak bigarren mailakoak. Era berean, karbonilo talde konjokatu bat ere badu; eta horri esker, absorbantzia ultramorea du<sup>3 5</sup>.

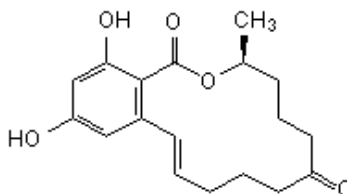


**2. irudia:** Deoxinibalenol konposatuaren egitura kimikoa

## **Zearalenona**

ZEA mikotoxina azido resorzilikoaren laktona da; eta kimikari dagokionez, 10-hidroxi-6-oxo-trans-1-undezenil- $\beta$  resorziliko m-laktona 4 formula du. Konposatu zuri kristalinoa da; eta uhin luzeko (360 nm) argi ultramorearen eraginpean izanez gero, fluoreszentzia berde-urdinxka sortzen du. Halaber, uhin laburreko (260 nm) argi ultramorearen eraginpean izanez gero, fluoreszentzia berde bortitza sortzen du<sup>5</sup>.

Dirudienez, ZEAk tolestura bat du egituran. Eta horren bidez, hidroxilo taldeak orientazio egokia hartu ahal du estrogenoen errezeptoreekiko lotura errazteko. Onddo-baldintzapean hainbat metabolito sortzen dira (alpha-zearalenol eta beta-zearalenol), baina elikagaietan sortu ahal direlako ebidentzia ez da oso handia<sup>4 5</sup>.



**3. irudia:** Zearalenona konposatuaren egitura kimikoa

### 2.3.- Analisi-determinazioa

Mikotoxinen edukia zehazteko orduan, oso garrantzitsua da laginketa prozesua. Izan ere, mikotoxinak oso ondo banatuta daude, lotetan hain zuzen. Beraz, zerealen eta zerealetako produktuen laginketa metodoak bete behar dituen irizpide orokorrak zehaztea ezinbestekoa izango da. Hori dela eta, **Batzordearen 401/2006 (EE) Araudia** sortu zen 2006ko otsailaren 23an, elikagaietako mikotoxinen gehieneko edukia ofizialki kontrolatzeko laginak nola hartu eta nola analizatu zehaztearren, alegia. Analisi-metodoari dagokionez, elikagaietako mikotoxinen edukia zehazteko, aipatu araudiak ez du metodo zehatzik exijitzen. Horrenbestez, laborategiek edozein metodo erabili ahal izango dute, betiere araudi horretan zehazturiko irizpide orokorrak betez gero<sup>12</sup>.

**DON** zehazteko, metodo gehienetan fase solidoko estrakzio zutabea (SPE) edo immunoafinitatea (IA) erabiltzen da. Baina teknika horiek beste teknika batzuekin konbinatzen dira: gasen bereizketa kromatografikoa elektro-harrapaketaekin (GC-ECD), edo masen detekzio espektroskopikoa (GC-MS) edo likidoen kromatografia izpi ultramoreekin (LC-UV), fluoreszentzia (LC-FLD) edo masen detekzio espektroskopikoa (LC-MS). ELISA teknika (analisi immunoenzimatiko lehiakorra) monitore-lan azkarretan oso teknika hedatua da. Baina oso teknika sentibera denez, emaitzen ziurgabetasuna ere nahiko altua izaten da<sup>3</sup>.

**ZEA** detektatzeko metodo gehienek immunoafinitateko garbiketa (IA) erabiltzen dute beste teknika batzuekin konbinaturik: kromatografia likidoa (LC), fluoreszentzia (FLD) edo masa-espektrometria (MS). Badira beste metodo batzuk bestelako teknikak erabiltzen dituztenak: gas- kromatografia sugar-ionizazioarekin (FID) edo masen detekzio espektroskopikoa. Screening egiteko geruza fineko kromatografia (TLC) erabiltzen da, bai eta ELISA ere<sup>4</sup>.

## 3.- GIZA OSASUNEAN DITUEN TOXIKOTASUNA ETA INPAKTUA

### 3.1.- Toxikotasuna

Mikotoxinek efektu kaltegarriak eragiten dizkiete gizakiei zein animaliei. Toxikotasun horri bestelako faktore batzuek ere eragiten diote. Jarraian faktore horiek zehaztuko ditugu:

- Mikotoxina mota, bioerabilgarritasun maila eta berorren kontzentrazio maila elikagaien.
- Bertan dauden mikotoxinen arteko sinergismoa.
- Kontsumitutako elikagaiaren kantitatea, eta nolako maiztasunarekin (jarraitutasuna edo aldizkakotasuna) kontsumitu den.
- Pertsonaren pisua, adina eta egoera fisiologikoa.

Mikotoxinek gizakiaren eta animalien defentsa maila murriztu egiten dute, eta, ondorioz, hainbat infekzio harrapatzea errazagoa izan daiteke. Era berean, mikotoxinek eragina izan ahal dute gluzidoen eta lipidoen metabolismoan. Eta metabolismo horietan parte hartzen duten enzima batzuen jarduerari ere eragin ahal diote. Horrez gain, organo garrantzitsu batzuetan ere izan dezakete eragina, hala nola: Nerbio Sistema Zentralean, urdail-hesteetako sisteman, gibelean, giltzurrunetan eta azalean<sup>2</sup>.

Gauzak horrela, Minbizia ikertzen duten Ikerlarien Nazioarteko Agintaritzak (IARC) **DON** eta **ZEA** sailkatu eta gizakiarengan ez duela minbizirik eragiten erabaki du (**3. taldea**). Izan ere, ez dago ebidentzia handirik gizakiarekiko minbiziarekin lotu ahal izateko<sup>4 8 10 13</sup>.

### **Deoxinibalenola**

Absorbitu eta gero, DON oso azkar metabolizatzen da de-epoxidazioaren eta glukuronidazioaren bidez; eta ondorioz, toxikotasun gutxiagoko substantziak sortzen dira<sup>3 8</sup>.

2001. urtean egindako 56. bileran, Elikagaien Gehigarrietan Aditua den FAO/OME Batzorde Mistoak (JECFA) hainbat mikotoxina aztertu zituen eta haien artean DON ere sartu zen. Balioztatze horretan saiakuntza baten gaineko emaitzak aztertu ziren. Saiakuntza bi urtez egin zen saguekin, eta DON dosi txikiena ahoratuz gero (0,1 mg/kg/gorputz pisu/egun) gorputz pisua pixka bat murrizten zela antzeman ahal izan zen. Beraz, biologikoki ez zela kontuan hartzekoa ondorioztatu zuten. Dosi horretan bestelako efekturik antzeman ez zutenez, hurrengo **NOAEL** (antzeman daitezkeen efektu kaltegarriarik gabeko maila) ezarri zen: **0,1 mg/kg/gorputz pisu/egun**<sup>5 8</sup>.

Era berean, JEFCAk adierazi zuen DON teratogenikoa zela. Hala ere, amatasunari dagokionez, ez zela toxikoa ere esan zuen. Hori adierazteko beste azterlan bat egin zuten saguekin, eta ernaldiaren denboraldi kritikoan (8. eta 11. egunen artean) emandako dosia 5 mg/kg/gorputz pisu/egunekoa izan zen. Animaliaen elikaduran DON sartu eta gero, amarentzat zein fetuarentzat toxikotasun mailari zegokion NOAEL 0,38 mg/kg/gorputz pisu/egunekoa izan zen. Bestalde, demostratu ahal izan zuten DON konposatuak erantzun immunologikoari eragiten diola. Eragin horri dagokionez, saguentzat NOAEL ezarri zuten: 0,1 mg/kg/gorputz pisu/egun. Baina pentsu kutsatuarekin (DON konposatuak kutsatua) elikaturiko txerrien kasuan, NOAEL bestelakoa izan zen: 0,08 mg/kg/gorputz pisu/egunekoa<sup>8</sup>.

Hori guztia dela eta, Elikagaien Segurtasuneko Europako Agintaritzak (EFSA) zein JEFCAk, arriskuak balioztatzean, ondorioztatu zuten ez zegoela ebidentziarik ziurtatzeko **DON eta beraren metabolitoak kartzinogenoak, mutagenoak edo genotoxikoak** direnik, laborategiko edo esperimenteruak espezieen artean batik bat. Hala ere, hainbat ikerketen arabera, DON konposatuak, **dosi altuetan, eragin txarra izan ahal du** sistema immunologikoa<sup>3 8</sup>.

**1. taula.** Dosia-Erantzuna erlazioko markagailuetan oinarriturik, Deoxinibalenolaren toxikotasuna ebaluatzea (NOAEL/eragina)

Dosia (mg/kg/gorputz pisu/egun)	EFEKTUA	NOAEL
0,1 mg arratoiei	Pisua galtzea	0,1 mg/kg g.p./egun
0,1 mg txerriei	Gonbitoak, elikagaiak errefusatzeta eta pisua galtzea	0,08 mg/kg g.p./egun
5 mg ernaldi garaiko saguei	Efektu teratogenikoak	0,38 mg/kg g.p./egun

### Zearalenona

Toxikologiari buruzko azterlanen emaitzen arabera, mikotoxina honek ez du toxikotasun maila handirik, ez ahoratuz gero, ez eta peritoneo barnetik hartuz gero ere <sup>4 10</sup>.

2000. urtean egindako 53. bileran, Elikagaien Gehigarrietan Aditua den FAO/OME Batzorde Mistoak (JECFA) hainbat kutsatzaile balioztatu zituen eta haien artean ZEA ere sartu zuen. Substantzia kimiko hau 90 egunez ahoratuz gero, eragindako ondorioek ZEAREN eta beraren metabolitoen jardura estrogenikoarekin lotura estua zutela antzeman zen **Ehun garrantzitsuetan zein ugaltzeko funtzioan** dituen eraginetan oinarriturik, txerrien NOAEL 0,04 mg/kg gorputz pisu/ egun zehaztu zen. Eta arratoiena 3 mg/kg gorputz pisu/ egun<sup>10</sup>.

Epe luzean eta saguen artean egindako kartzinogenotasun eta toxikotasunari buruzko azterlan batean, **gibeleko zeluletako adenoma eta tumore pituitarioak** antzeman ziren. Hala ere, tumore horiek ohiko kontzentrazioetatik gorako dosietan antzeman ziren, hau da, 8-9 mg/kg gorputz pisu/ egun; eta dosi horietan hormona-eraginak antzeman ahal dira. JECFA batzordeak gaineratu zuen tumore horiek ZEAREN efektu estrogenikoen ondorio direla <sup>4 10</sup>. Dena dela, Arriskuak eta Kontrol-Puntu Kritikoak analizatzeko Sistemak (APPCC) ezartzeko gidaliburuan oinarriturik, JECFAk, EFSAk eta FAOk adierazi zuten behar-beharrezkoa dela beste animalia espezie batzuekiko entseguak egitea ZEAREN kartzinogenotasun mailaz datu gehiago izateko <sup>4 5 7 10</sup>.

**2. taula.** Dosia-Erantzuna erlazioko markagailuetan oinarriturik, Zearalenonaren toxikotasuna balioztatzea (NOAEL/eragina)

Dosia (mg/kg/gorputz pisu/egun)	EFEKTUA	NOAEL
0,04-0,4 mg arratoiei	Eragin estrogenikoak eta ugaltzeko funtzioa aldatzea	0,04 mg/kg g.p./egun
3 mg saguei		3 mg/kg g.p./egun
8-9 mg arratoiei	Gibeleko zeluletako adenoma eta tumore pituitarioak	g/kg g.p./egun

## 3.2.- Animalien osasunean duen inpaktua

### Deoxinibalenola

Toxina hau pentsuetan aurkitu ahal dugu. Hori dela eta, azken urteotan, brote garrantzitsuak antzeman izan dira animalien artean. Brote horietako ondorioak nabarmenenak sindrome goragarria edo gonbitoak (arrazoi horregatik bomitoxina izenez ere ezagutzen da) eta elikagaiei muzin egitea izan dira. Ondorioz, pisua galdu eta inmunodepresioa agertu da animalien artean<sup>3 5 7</sup>. Intoxikazio akutua izanez gero, nekrosia agertu ahal da hainbat ehunetan, hala nola: traktu gastrointestinal eta ehun linfatikoetan<sup>5</sup>.

**Txerriekiko eraginak:** DON ahoratuz gero, gonbitoak agertzen dira, elikagai gutxiago kontsumitzen dituzte eta epitelioko gaixotasunekiko lotura estua du.

**Hausnarkarietako eraginak:** hasiera batean, kutsatutako pentsu gutxiago jaten dutela antzeman da; baina ez de bestelako efekturik antzeman.

**Hegaztiakiko ondorioak:** Ez da ezer antzeman.

### Zearalenona

Mikotoxina honek toxikotasun maila baxua badu ere, hau da, kalte handiak eragiten ez baditu ere, estrogenoen errezeptoreetako elkarreragina duenez, arazoak sorrarazten ditu, besteak beste: hainbat espezie ugaltzeko eta garatzeko arazoak, antzutasuna, bulbako edema, baginako prolapsa eta erapeetako hipertrofia (emeen artean) eta femeninoago bihurtzea (arren artean); horri lotuta barrabilen atrofia eta errapeen tamaina handitzea antzeman izan da <sup>1 4 5</sup>

**Txerriekiko eraginak:** ZEA oso garrantzitsua da txerrama gazteen artean; izan ere, toxikosi mota bat eragiten du, "txerrien bulbobaginitis" deritzona. Txerrama helduen artean ondoko ondorio hauek agertu ahal dira: beroak amaitzea; eme ez-umedunen artean sasiernaldia agertzea; eta eme kumedunen artean, kumaldi bakoitzean txerrikumeen kopurua murriztea (gainera txerrikumeak ahul jaiotzen dira eta mugitzeko arazoak izaten dituzte) <sup>4 5 9</sup>. Txerri gazteen artean ondoko ondorio hauek antzeman izan dira: libidoa jaitea, barrabilen tamaina murriztea; hala ere, txerri helduen artean ez da eraginik antzeman <sup>4</sup>.

**Hegaztiakiko ondorioak:** Gizentzeko oilaskoak eta oilo erruleak ez dira sentiberak ZEAREN aurrean. Baina indioilarrek toxikotasun sintomak agertzen dituzte mikotoxinarekiko kontaktua izatean <sup>4</sup>

**Hausnarkarietako eraginak:** Hausnarkariak nahiko iraunkorrak dira ZEAREN aurrean <sup>4</sup>; hala ere, azterlan batzuen arabera, txahalen artean sexu arloko heldutasunari buruzko sintomak antzeman izan dira. Esne-behien eta ardiaren artean, aldiz, antzutasuna antzeman izan da <sup>5</sup>.

### **3.3.- Giza osasunean duen inpaktua**

Mikotoxinak ahoratzeak gizakiarengan zein animaliarengan eragindako gaixotasun eta arazo multzoari mikotoxikosi deritza <sup>14</sup>.

### Deoxinibalenola

DON mikotoxinari dagokionez, mikotoxikosi brote akutuak antzeman izan dira Asian 1961. eta 1985. urte bitartean. Brote horiek direla eta, 7818 pertsona gaixotu ziren. Hala ere, giza zereal kutsatuen kontsumoagatik ez zen inor hil (3tik 93ra mg/kgko kontzentrazioetan). **DON mikotoxinaren intoxikazioak eragindako sintomak substantzia ahoratu eta 5-30 minutura agertzen dira: goragaleak, gonbitoak, eztarria narriatzea, sabeleko mina, beherakoa, zorabioak eta buruko mina, sintoma itzulgarriak.** Lehenago azaldutako sintomak edo oso antzekoak Indian ere antzeman ziren 1987. urtean, eta 50.000 pertsonari eragin zioten (150 familiari). Arazo horiek lotu ziren gari lizunduaz eta kutsatuaz egindako ogia jateagatik (0,3-8,4 mg

DON/kg. Egindako analisietan, trikotezeno familiako bestelako mikotoxina batzuk ere antzeman ziren: azetildeoxinibalenol, nibalenol, eta T-2 toxina. Argi dago DON mikotoxinarekin lotu ahal diren bestelako mikotoxina horiek aurreko arazoak larriagotu egin zituztela <sup>3 5 7 8 14</sup>.

DON mikotoxina balioztatzean, JEFCA batzordeak azterlan biren emaitzak azaldu zituen. Azterlan horietan **ez zen inolako eragin txarrik antzeman giza osasunerako** 0,02-3,5 mg/kg DON ahoratuz gero. Beraz, gizakien artean antzemandako arazo larriak lotu egin zituzten populazio edo azterlan ekologikoetan oinarritutako broteekin <sup>8</sup>.

## **Zearalenona**

Gizakiok zein abereek **oso azkar metabolizatzen dugu** ZEA, eta bereziki konposatu glukoroniko hidrosolugarrien bidez kanporatzen dugu <sup>4</sup>.

**Europar Batasunean ez da mikotoxikosi kasurik agertu gizakien artean.** Bakar-bakarrik, Hungarian, ZEA mikotoxinaren ingestarekin lotutako pubertaro goiztiar kasu bat agertu zen <sup>16</sup>. Hala ere. Ez da ezer baztertu behar. Izan ere, orain arte ikerturiko ugaztunen emeak nahiko kalteberak izan dira mikotoxinaren aurrean (sagu, arratoi, untxi eta bisoiak). Gainera, ZEA estrogenoen errezeptoreekin lotzeko *in vitro* egindako azterlan batzuen arabera, ZEAren aurrean gizakiok eta txerriek duten sentikortasuna nahiko antzekoa da <sup>5 9</sup>. Dena dela, ez dago datu nahikorik jakiteko gizakienganako eraginak zein diren <sup>4</sup>.

## **4.- DEOXINIBALENOL ETA ZEARALANONAREN EDUKIA ETA INGESTA ZEREALAK ETA ZEREALETAKO PRODUKTUAK KONTSUMITZEAN**

---

### **4.1.- Deoxinibalenolarekiko eta Zearalenonarekiko giza esposizioa**

*Fusarium* espezieko ondoek sorturiko mikotoxinak oso hedatuta daude elikakatean zehar. Giza esposiziorako iturri nagusiak Zerealetako produktuak dira, gari eta artoaz egindakoak bereziki <sup>3 15 16</sup>.

**DON**arekiko esposiziorik handiena zereal eta garauen bidez gertatzen da. Animalia-jatorriko elikagaiak ez dira garrantzitsuak esposizio horretan. Izan ere, animalia-jatorriko elikagaietan, DON eta beraren metabolitoen transferentzia (haragia, esnea eta arrautzak) oso baxua da. Animaliek ez dute pentsu kutsaturik jaten (*Fusarium* espezieak kutsatutakoak, %5eko infekziokoak), eta gainera, animaliek oso azkar metabolizatzen dute DON <sup>3 8</sup>.

**ZEA**rekiko esposizioan, produkturik garrantzitsuenak ogia eta zerealetako bestelako produktuak dira <sup>4 15</sup>. Bestalde, animalia-jatorriko produktuetan oso azterlan gutxi egin izan dira ZEAren hondakinak aztertzeko. Hala ere, dagoen informazioaren arabera, animaliek oso azkar bioeraldatu eta iraitzi egiten dute ZEA. Beraz, haragi, esne eta arrautzekiko esposizioa oso baxua da, eta ondorioz, eguneko ingesta ere oso baxua da <sup>4</sup>.

## 4.2- Deoxinibalenol eta Zearalenona Mikotoxinen onartutako mugak zerealetan

**DON eta ZEA mikotoxinen gehienezko edukia Batzordearen 2005eko ekainaren 6ko 856/2005 (EE) Araudiak zehazten du.** Araudi hori 466/2001 (EE) Araudia aldaratzen du *Fusarium* espezieko toxinei buruz, eta 2006ko uztailearen 1ean sartu zen indarrean <sup>16</sup>.

Araudi horretan mikotoxina bien gehienezko edukia zehazten da ez-elaboraturiko zerealetan. Helburua da, alde batetik, oso kutsatuta dauden zerealak elikakatean ez sartzea; eta bestetik, zerealak landatu, bildu eta biltegitratzean beharrezkoak diren neurriak har daitezten sustatu eta berrmatzea (horretarako Nekazaritzako Jardunbide Egokiak ezarriko dira uzta biltzean eta biltegitratzean). Era berean, araudian gomendatzen dute ez-elaboraturiko zerealen gehienezko muga merkaturatuko diren zerealetan ezartzea, eraldatze lehenengo fasean batik bat. Izan ere, fase horretan ezagutu egiten da zertarako erabiliko diren zerealak (gizakiak eta animaliak elikatzeko edo industrian aplikatzeko).

Indarrean dagoen legediak gehienezko mugak zehazten ditu (ikusi **3. taula**). Horretarako, gizakiaren egungo esposizioa hartzen da kontuan, mikotoxinarekiko ingesta toleragarrian oinarriturik. Muga horiek arrazoizkoak izan beharko dira, eta ekoizpen zein banatze fase guztietan Praktika egokiak aplikatu beharko dira. Plangintza horrek bermatu egingo baitu elikagaien enpresetako ustiatzaileek neurri guztiak aplikatzea kutsadura aldeztetik ekiditeko edo murrizteko, betiere osasun publikoa babeste aldera <sup>16</sup>.

**3. taula.** Deoxinibalenolaren eta Zearalenonaren gehienezko edukia zerealetan eta zerealetako produktuetan <sup>16</sup>.

Produktua	DON (µg/kg)	ZEA (µg/kg)
<b>Zereal ez-elaboratuak</b> <sup>1</sup> (ez dadila izan gari gogorra, oloa eta artoa)	<b>1250</b>	<b>100</b>
<b>Gari gogor eta olo ez-elaboratuak</b>	<b>1750</b>	-
<b>Zereal-irina</b>	<b>750</b>	<b>75</b>
<b>Ogia, pastelak, gailetak, zerealetako aperitiboak eta gosaltzeko zerealak</b>	<b>500</b>	<b>50</b>
<b>Pasta</b>	<b>750</b>	-
<b>Zerealez egindako bularreko haurrentzako eta ume gazteentzako elikagaiak eta haur-janaria</b> <sup>2</sup>	<b>200</b>	<b>20</b>

<sup>1</sup> Ez-elaboraturiko zerealen gehienezko muga merkaturatuko diren zerealetan ezarriko da, eraldatze lehenengo fasean batik bat. Hala ere, gehienezko muga uzta jaso ondoko zerealei eta onartutako zerealei ezarriko zaie 2005/2006 merkataritzakantainaren ostean.

<sup>2</sup> Zerealez egindako bularreko haurrentzako eta ume gazteentzako elikagaiei eta haur-janariari dagokien gehieneko muga materia lehorraren gainekoa da.

## 4.3. Deoxinibalenol eta ZEARALENONAREN edukia zerealetan eta zerealetako produktuetan

### 4.3.1. Zerealak eta zerealetako produktuak

2003ko martxoan, Elikagaien Segurtasuneko Britainiako Agentziak (**FSA**) trikotezeno eta ZEAREN zaintza-azterlan bat argitaratu zuen. Azterlana zerealetako produktuekin egina zegoen eta 2000ko ekainetik 2001eko maiatzera bitartekoa zen. Azterlan horretan, zerealetako produktuen 333 lagin jaso ziren: gosaltzeko zerealak, ogia, pastelak/opillak, gailetak, irina, morokila, arto-irina, jaioberrientzako zerealak eta zerealetako sanckak.

Azterlanaren emaitzak **4. taulan** erakutsiko ditugu. Horien arabera, **laginen %78k DON zuten** (11-2261 µg/kg-ko heina), eta **laginen %12k ZEA zuten** (8-231,8 µg/kg-ko heina). DONari dagokion portzentaia altua bada ere, **Europako Batzordeak zehaztutako muga (500 µg/kg) %4k** baino ez zuten gainditu. Kontzentrazio gehien izan zuten elikagaiak ondoko hauek izan ziren: gosaltzeko zerealak eta zerealetako sanckak. ZEARi dagokionez, **Europako Batzordeak zehaztutako muga (500 µg/kg) %3k** baino ez zuten gainditu <sup>17</sup>.

**4. taula.** Deoxinibalenol eta Zearalenona mikotoxinen presentzia zerealetan eta deribatuetan <sup>17</sup>

Elikagaia	Lagin kopurua	DON positiboak	DON heina	ZEA positiboak	ZEA heina
Gosaltzeko zerealak	60	70%	11-2261	18%	10-231,8
Gailetak	60	82%	11-315	3%	10,7-11,8
Ogia	60	95%	11-366	2%	15,8
Pastelak, opilak	40	48%	11-67	13%	8,7-23,4
Gari-irina	40	90%	11-531	38%	19,5-99,0
Morokila	8	88%	42-466	63%	8,7-23,4
Arto-irina	8	0%	--	50%	8,0-17,3
Snackak	40	90%	14-879	10%	8,0-17,3
Jaioberrientzako zerealak	17	82%	14-177	6%	11,6
<b>GUZTIRA</b>	<b>333</b>	<b>78%</b>		<b>12%</b>	

11 Estatu Kideen arteko (Austria, Belgika, Danimarka, Finlandia, Frantzia, Alemania, Holanda, Norvegia, Portugal, Suedia eta Erresuma Batua) zientzia-hitzarmenaren markoaren barruan, Europako Batzordearen Osasuna eta Kontsumitzailea Babesteko Zuzendaritza Orokorrak 2003. urtean azterlan bat egin zuen (**SCOOP Task 3.2.10**). Azterlan horretan, *Fusarium* espezieek eragindako mikotoxinen edukia aztertu zen: trikotezenoak, zearalenona eta fumonisimak bereziki. **5. taulan**, balioztatzearen mikotoxina bien lagin positiboak agertuko ditugu, bai eta kutsaturiko elikagai garrantzitsuenak ere <sup>17</sup>.

**5. taula** Deoxinibalenol eta Zearalenona mikotoxinek kutsaturiko zereal eta zerealetako produktu nagusiak <sup>15</sup>

Mikotoxinak	Datuak eman dituzten herrialdeak	Lagin-kopurua	Lagin positiboak	Kutsaturiko elikagai nagusiak (% positiboak)
<b>DON</b>	11	11.022	57%	artoa (%89), garia (%61)
<b>ZEA</b>	9	5.018	32%	artoa (%79), artoz egindako produktuak (%53) garia (%30) gari az egindako produktuak (%11) Jaioberrientzako janaria (%23)

Zerealetako eta zerealetako produktuetako mikotoxina edukia aztertu zuten Finlandiako eta Italiako merkatuetan. Horren arabera, lagin positiboetako DON mikotoxinaren batez besteko kontzentrazioa altuxeagoa izan zen nekazaritza ekologikoaren bidez lortutako zerealetako produktuetan ohiko metodoen bidez lortutakoetan baino <sup>18</sup>.

### **4.3.2. Garia eta gariaz egindako produktuak**

Azterturiko gari eta gari-irineko 6358 laginen artean %61 **DON** positiboak izan ziren, eta detekzio-muga (LOD) aldakorra izan zen: 2 µg/kg (Suedia) eta 50.000 µg/kg (Frantzia). **Azterturiko gari ale eta gari-irineko lagin guztietan, DON konposatuaren batez besteko edukia 249 µg/kg** izan zen, baina hein ezberdinak egon ziren herrialdeen artean: 8 (Belgika) eta 2000 µg/kg (Austria) <sup>15</sup>.

Azterturiko gari eta garizko produktuetako laginen %64 **ZEA** positiboak izan ziren. Lagin guztien %30 aleak izan ziren; %24 produktu ehoak (gluten, semolina, zahia eta garau ehoa), eta %10,5 produktu eratorriak. ZEA konposatuaren batez besteko edukiak ondoko hauek izan ziren: **gari alea 6,83 µg/kg**, horren gaineko heina ezberdina izan zen 0,083 (Finlandia) eta 152 µg/kg (Frantzia); **produktu ehoak 13,02 µg/kg**, horren gaineko heina ezberdina izan zen 0,33 (Frantzia) eta 510 µg/kg (Italia); **eta garizko produktuak 10,20 µg/kg**, horren gaineko heina ezberdina izan zen 0,33 (Frantzia) eta 72,2 µg/kg (Alemania) <sup>15</sup>.

Kasu bietan positiboen portzentaia oso altua izan zen, eta DON eta ZEA kontzentrazioen heina ere oso zabala izan zen gari-produktuetan. Hala ere, 856/2005 (EE) Araudiak zehaztutako mugak lagin gutxi batzuek baino ez zuten gainditu <sup>16</sup>.

### **4.4.- Deoxinibalenol eta ZEARALENONAREN ingesta zerealak eta zerealetako produktuak kontsumitzean**

#### **Deoxinibalenola**

2001. urtean egindako 56. bileran, Elikagaien Gehigarrietan Aditua den FAO/OME Batzorde Mistoak (JECFA) **Eguneko Gehienezko Behin-behineko Ingesta Toleragarria (IDMTP)** zehaztu zuen DON konposatuarentzat. Izan ere, urte bian saguekin egindako azterlan baten arabera, animalien tamaina murriztu egiten zen; eta hori dela eta, NOAEL balioa zehaztu egin zuten: 100 µg/Kg g.p./egun. Balore hori zati segurtasun-faktorea (100) berdin **1 µg/Kg gorputz pisu/egun** (IDMTP). JECFA batzordeak ondorioztatu zuen DON konposatuak maila horretan ez duela eragin txarrik eragiten sistema immunologikoan, hazkuntzan edo ugaltze sisteman <sup>3 8</sup>.

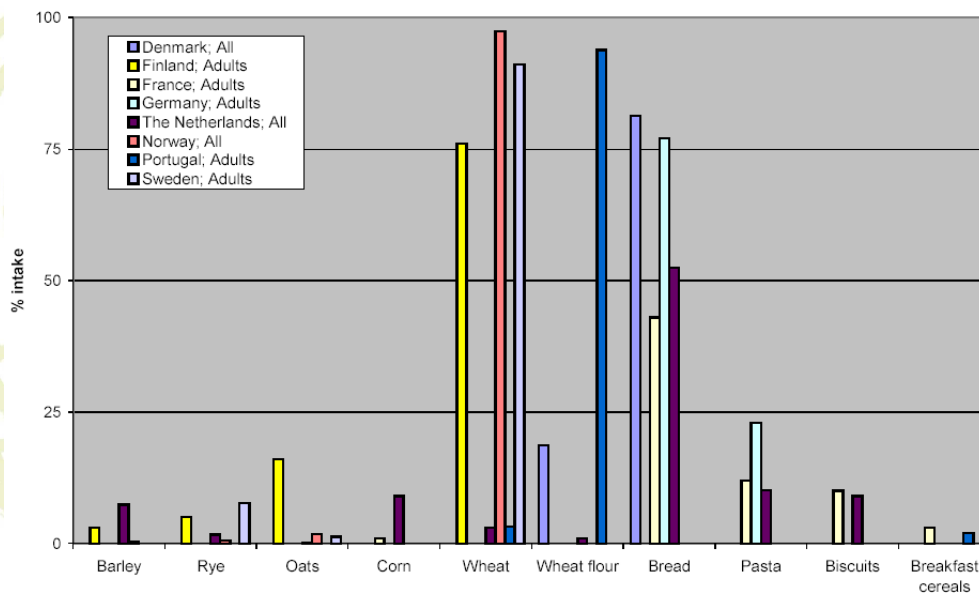
GEMS izeneko azterlanean (**OMS-2003**), 5 erregiotako dietaren DON kalkulatu zen, eta horren gaineko baloreek gainditu egiten zuten IDMTP lau erregiotan (bost horietatik). Neurtutako baloreak ondoko hauek izan ziren: 0,77 (µg/Kg g.p./egun Afrikako dietan, **1,47 µg/Kg g.p./egun Europako dietan** (Australia, Kanada eta AEB barne) eta 2,4 µg/Kg g.p./egun Ekialde Ertaineko dietan. Lortutako datuen arabera, **European, DON konposatuaren Ingesta Totalaren %80k, gutxi gorabehera, lotura estua izan zuen gariaren kontsumoarekin**. Baina Ekialde Urrunean, gariak arrozak besteko garrantzia izan zuen DON-iturri gisa. Hori dela eta, JECFAk adierazi zuen ziurgabetasun pixka bat bazegoela estimazio horietan; izan ere, zerealetako elikagaiak prozesatzean murriztu egiten da DON konposatuaren maila, eta estimazioak baxuxeagoak izan beharko ziren <sup>3 5 8 19</sup>.

Ondoren, **SCOOP Task 3.2.10** azterlanean, Europako Batzordearen Osasuna eta Kontsumitzailea Babesteko Zuzendaritza Orokorrak egindakoa, trikotezenoak (DON eta T-2 eta HT-2 mikotoxinak bereziki), ZEA eta fumonisinak aztertu ziren Europar Batasuneko estatu Kideetan zein arrisku talde espezifikoetan (.bularreko haurrak eta umeak bereziki). Azterlanaren ondorio gisa esan ahal dugu **DON konposatuaren batez besteko ingestak aldatu egiten direla Europako herritarren artean (0,14-0,46 µg/Kg g.p./egun)** eta **Eguneko Gehienezko Behin-behineko Ingesta Toleragarritik beheko balioak antzeman direla**. Datuen arabera, IDMTParen (1

µg/Kg gorputz pisu/egun) %14tik %46rako heina dute. Dena dela, IDMTParen balio antzekoak edo pixka bat altuagoak lortu ziren **arrisku talde espezifikoetan** (ume txikiak eta nerabeak) <sup>5 15 16 20</sup>.

**4. irudian**, DON konposatuaren ingesta areagotzen duten elikagaiak zehaztuko ditugu. Baina ondorio gisa esan behar dugu **garia eta garizko produktuak (ogia, pasta eta gailetak) DON konposatuaren iturri nagusia direla** <sup>15</sup>. Hori dela eta, **6. taulan**, DON konposatuaren kontzentrazioak, elikagai horien kontsumoa eta horri dagokion ingesta zehaztuko ditugu garizko produktuetan bai helduei, bai umei dagokienez (arrisku talde espezifiko).

**4. irudia** Deoxinivalenolaren ingesta zerealetan eta zerealetako produktuetan <sup>15</sup>



**6. taula.** Deoxinibalenolaren ingesta helduentzat zein umeentzat garizko produktuetan <sup>8 15</sup>

Herraldea	DON mikrog/kg		Kontsumoa (g/egun)		Ingesta (mikrog/kg/egun)	% IDMTP (1 mikrog/kg g.p./e)
	Ogia	Gozoki, opil, gaileta, gosaltzeko zerealak	Ogia	Gozoki, pasta, gaileta, gosaltzeko zerealak		
Frantzia (helduak)	<b>160,5</b>	<b>824,15</b>	<b>117</b>	<b>194,72</b>	0,63	<b>63,2</b>
Frantzia (1-10 urte)			58,6	<b>165,5</b>	0,94	<b>94,2</b>
Holanda (helduak)	103	<b>152,3</b>	132	63,2 <sup>1</sup>	0,26	26,3
Holanda (1-6 urte)			81,7	32,9 <sup>1</sup>	0,56	56
Erresuma Batua (helduak)	<b>56</b>	327,27	135	118,6	0,31	30,9
Erresuma Batua (0,5-14 urte)			57,2	82,1	0,42	42,4
Alemania (helduak)	108	223	<b>170</b>	20 <sup>2</sup>	0,46	46,4
Alemania (4 hil-6 urte)			-	-	-	-
Australia/Kanada	<b>390</b>		<b>180</b>		1,20	<b>120</b>

<sup>1</sup> pasta eta gailetak

<sup>2</sup> pasta baino ez

**Zearalenona**

2000. urtean egindako bileran, Elikagaien Gehigarrietan Aditua den FAO/OME Batzorde Mistoak (**JECFA**) ZEA balioztatu zuen eta ondorioztatu zuen txerrien kasuan (animalia

espezie kalteberena) mikotoxinen segurtasuna balioztatu behar dela hormona-efekturik agertzen ez den dosietan. Beraz, 40 µg/Kg g.p./eguneko NOAEL erreferentziatzat harturik, **Eguneko Gehienezko Behin-behineko Ingesta Toleragarria (IDMTP)** zehaztu zuen 15 eguneko entsegu batean. Horretarako txerriak erabili ziren. Aipatu NOAEL zati 100eko segurtasun-faktorea berdin **0,5 µg/Kg gorputz pisu/egun (IDMTP)**. Beraz, ZEAREN eta berorren metabolitoen ingesta ez da balore hori baino handiagoa izan behar <sup>10</sup>.

Bestalde, 2000. urtean, Europako Batzordearen Elikagaietako Zientzia Batzordeak (SCF) **Eguneko Ingesta Toleragarria (IDT)** zehaztu zuen: **0,2 µg/Kg g.p./egun**; horretarako, 40 µg/Kg g.p./eguneko NOAEL hartu zuen erreferentziatzat. Entseguak 15 egun iraun zuen eta txerriak erabili ziren horretarako. Aipatu NOAEL zatitu egin zen 200eko segurtasun-faktorearekin <sup>21</sup>.

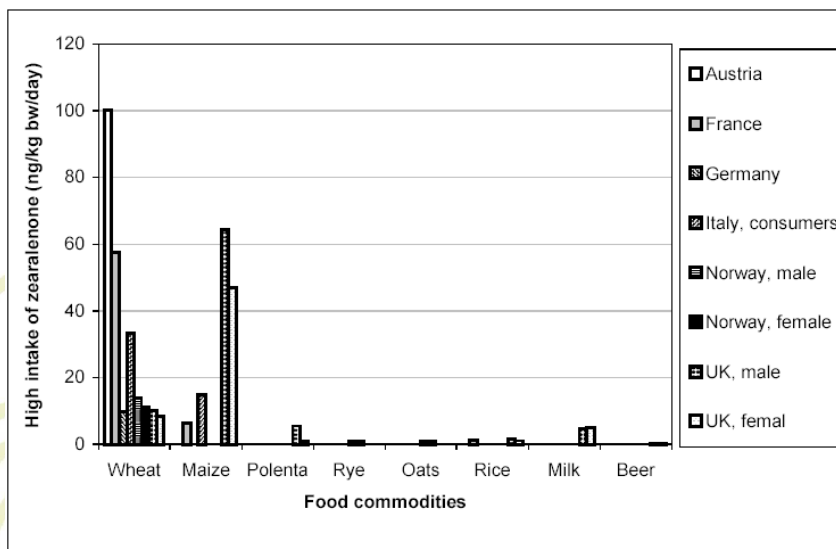
GEMS azterlanak (OMS-2003) erregio mailako dieten gaineko datuak eskaini zituen; eta, horren arabera, ZEAREN batez besteko ingesten estimazioa **0,03** eta **0,06 µg/Kg g.p./egunekoa** da **Europako** eta Ekialde Ertaineko dietan, hurrenez hurren. Kanadakoa, ordea, **0,02 µg/Kg g.p./egunekoa** da; eta Estatu Batuetakoa **0,03 µg/Kg g.p./egunekoa**. Baina balore guztiak gomendatutako ingesten baloreetatik beherakoak dira: **0,5 µg/Kg g.p./egunekoa (IDMTP)** eta **0,2 µg/Kg g.p./egunekoa (IDT)** <sup>10 15 21 19 22</sup>

Era berean, **SCOOP** azterlanaren arabera, **ZEAREN batez besteko ingesta Europako biztanleentzat 0,002tik (Italia) 0,07 µg/Kg g.p./egunera bitartekoa da (Austria eta Frantzia), eta horrek esan nahi du IDTren (0,2 µg/Kg g.p./egun) %0,5etik %36,25era bitartekoa dela**. Dena dela, arreta eskaini behar diegu zientzia-lankidetzari lanetan identifikaturik ez dauden herritar taldeei. Izan ere, ZEA maila altuko produktuei dagokienez, ohiko kontsumo altua izan ahal dute. Gauza bera gertatzen da umeentzako janariarekin, beraien dieta oso anitza ez da eta <sup>3 5 15 16 20</sup>

**5. irudian**, ZEA konposatuaren ingesta areagotzen duten elikagaiak zehaztuko ditugu. Baina ondorio gisa esan behar dugu **garia eta garizko produktuak (ogia, pasta eta gailetak) ZEA konposatuaren iturri nagusia direla**. Hori dela eta, **7. taulan**, ZEA konposatuaren kontzentrazioak, elikagai horien kontsumoa eta horri dagokion ingesta zehaztuko ditugu garizko produktuetan bai helduei, bai umei dagokienez (arriku talde espezifikoak).

Gariaren (garaua eta zahia barne) zein garizko produktuen bidez (ogia, pastelak eta pasta barne) helduek ahoratzen duten ZEA kopurua **0,0005 µg/kg g.p./egunetik (Italia) 0,06 µg/kg g.p./egunera bitartekoa** da (Frantzia). Umei dagokienez, ingesta hori altuagoa da eta **0,004 µg/kg g.p./egunetik (Erresuma Batuko 15etik 18 urte bitarteko nerabeak) 0,09 µg/kg g.p./egunera bitartekoa** da (Frantziako 3tik 15era urte bitarteko umeak). **ZEAREN ingestari dagokionez, ogia izan da konposatu horren kontzentrazio handiena izan duena**. Ogi asko kontsumitzen dutenek (%95eko pertzentila) IDTren %24 kontsumitzen dute ogiaren bidez (Frantzia), eta horri gehitu behar diogu Frantzian ere ZEAREN kontzentrazioa altua izaten dela garian <sup>15</sup>.

**5. irudia.** ZEARALENONAREN ingesta zerealetan eta zerealeta produktuatan <sup>15</sup>



Hala ere, hainbat **ziurgabetasun** aipatu izan dira azterlan horretan. Eta ziurgabetasun horiek neurturiko Ingesta Totalak igo edo jaitsi ahal dituzte <sup>15</sup>:

- Ez da oso arrunta pentsatzea pertsona batek mikotoxina biak gehien dituzten produktu guztiak kontsumitzen dituztela; beraz, kalkulaturiko Ingesta Totala mailatik gora dagoela pentsatu beharko genuke.
- Hainbat herrialdetan aztertutako elikagaiak oso gutxi izan dira; beraz, herrialde horietan kalkulaturiko Ingesta Totala mailatik azpikoa izango da.
- Kasu gehienetan, DON eta ZEAREN presentzia-datuak **ez dira zuzenduak izan konbertsio-faktoreak erabiliz**; beraz, ingesta horiek mailatik azpikoak izango dira.
- **Klima baldintzak aldatzeak** mikotoxinen ingesta eta presentzia ere aldatu egin ahal ditu.
- **Batzuetan ez da egon adostasunik laginketa eta analisi metodoetan eta, gainera, kontsumo datuak kalkulatzeko metodologia anitzak eta espektriko handikoak erabili izan dira**; beraz, horrek eragin handia izan ahal du erabakitze datuak fidagarriak diren ala ez.
- DON mikotoxinari dagokionez, zenbaitetan ingestak kalkulatu ziren lehengaietan aztertutako DON kontzentrazioaren bidez. Bada, horrelako kasuetan ingestak baloretik behekoak direla uste dugu. izan ere, **prozesu teknologikoen bidez baliteke trikotezenoak murriztea eta horren gaineko informaziorik ez dugu.**

**7. taula.** Zearalenonaren ingesta helduentzat zein umeentzat garizko produktuetan <sup>10 15</sup>

Herrialdea	ZEA mikrog/kg		Kontsumoa (g/egun)		Ingesta (mikrog/kg/egun)	% TDI (0,2 mikrog/kg g.p./e)
	Ogia	Gozoki, opil, gaileta, gosaltzeko zerealak	Ogia	Gozoki, pasta, gaileta, gosaltzeko zerealak		
Frantzia (helduak)	13,51	26,88	117	194,72	0,06	30,3
Frantzia (3-15 urte)			58,6	165,5	0,05	24,1
Erresuma Batua (helduak)	<b>8,68</b>	67,3	135	118,6	0,08	38
Erresuma Batua (0,5-14 urte)			57,2	82,1	0,09	43,1
Alemania (helduak)	170,9	<b>21,2</b>	170	20 <sup>2</sup>	0,03	16,5
Alemania (4 hil-6 urte)			-	-	-	-
Australia/Kanada		19		180	0,01	5

<sup>2</sup> pasta baino ez

## 5. DEOXINIBALENOL ETA Zearalenona MURRIZTEKO NEURRIAK ZEREALETAN ETA ZEREALETAKO PRODUKTUETAN

---

### 5.1. Nekazaritzako Praktika Egokiak eta Ekoizpen Praktika Egokiak aplikatzea

*Fusariumek* eragindako infekzioei eta mikotoxinak sortzeari lotutako arrisku-faktore batzuk identifikatu izan dira; *Fusarium* generoko espezieek garaua kaltetzen baitute uzta batu baino lehen. Eguraldi baldintzek eragin handia dute landarearen hazkuntzan, loratzean bereziki, eta horrek mikotoxinen edukian ere eragiten du. Hala ere, **uztan, uztaren ondoren, biltegitratzean eta irina prozesatzean mikotoxinen kutsadura saihesteko onddoaren presentzia mugatu behar dugu zelaietan** <sup>26</sup>. Nekazaritzako Jardunbide Egokien bidez ahalik eta gehien murriztuko ditugu arrisku-faktoreak, eta era egokiena da *Fusarium* generoko onddoen infekzioa ere murrizteko. Zerealen garbiketari eta eraldatzeko prozesuei esker ere *Fusarium* generoko toxinen edukia murriztu ahal dugu nabarmen zerealezko produktuetan bereziki <sup>3 4 6 8 10 16</sup>.

2003. urtean, **Codex Alimentariusaren batzordeak** (CAC) *Praktika Kode berria* argitaratu zuen mikotoxinek eragindako kutsadura (zerealetan) aldez aurretik ekidin eta murrizteko, Kode horrek hainbat eranskin ere bazituen: A okratoxina, ZEA, fuminisimak eta trikotezenoak. Horren bidez, batzordeak jarraibide uniformeak eman zizkien herrialdeei mikotoxinek eragindako kutsadura kontrolatu eta kudeatu ahal izateko. Zerealetako mikotoxinak murrizteko gomendioak alde bitan banatu ahal ditugu: **Nekazaritzako Jardunbide Egokietan (BPA)** oinarrituriko praktikak, mikotoxinek eragindako kutsadurari aurre egiteko lehenengo defentsa da eta **Ekoizpen Praktika Egokiak (BPF)**; giza zein abereen elikadurarako diren zerealak manipulatu, bildu eta banatzean <sup>23</sup> (ikus **I. eranskina**)

### 5.2. Arriskuak eta Kontrol-Puntu Kritikoak analizatzeko Sistemak (APPCC)

2003. urtean, Elikadura eta Nekazaritzarako Nazio Batuen Erakundeak (FAO) argitaratu zuen Arriskuak eta Kontrol-Puntu Kritikoak analizatzeko Sistemak (APPCC) aplikatzeko gidaliburua Mikotoxinak aldez aurretik ekidin eta Kontrolatzeko asmoz <sup>7</sup> (ikus **II. eranskina**).

### 5.3. Zerealezko produktuak eraldatzea eta prozesatzea

Zerealen uzta bildu eta berehala lehortzean eta **era egokian biltegitratzean ZEA eta DON** mikotoxinen kutsadura handia saihestu egin ahal dugu <sup>7 8</sup>. Ehotze prozesua eraginkorra izan dadin irinaren DON kontzentrazioa murriztu egin behar dugu; eta, horretarako, ezinbestekoa da jakitea garauaren endosperman zenbat onddo kopuru dagoen. Bestalde, **ogia egitea** bezalako prozesuek **ez dute kutsadura murrizten**. Izan ere, mikotoxina hori egonkorra da tenperatura altuen aurrean, eta ogia egite prozesuan eragiten du irinaren kolorea aldatuz eta ogiaren bolumena murriztuz <sup>8</sup>. Hala ere, gehigarriak erabiltzean (sodio bikarbonatoa), DON konposatuaren edukia %30 murriztu egin ahal dugu ogia egitean <sup>14</sup>.

Nebraskako Unibertsitatean hainbat azterlan egin dituzte ehotako gari zatikiez; eta horien arabera, DON mikotoxinaren maila 1/3tik 1/2ra bitartean irinean dagoela. Beraz, ezinbestekoa da analisiak etengabe egitea, eta ez bakarrik ikuskatzea (argi

fluoreszenteekin adibidez). Izan ere, 2,2 µg bezalako kopuruak ezin dira antzeman kromatografia erabiltzen ez bada. Garia ehotzean toxinak horrela banatzen dira:

- Irina = gari kilo bakoitzeko mikotoxina µg kontzentrazioen erdia.
- Zahiak = gari kilo bakoitzeko mikotoxina µg kontzentrazioen 2-3 aldiz. Hori dela eta, arriskutsua da ekoiztutako zahia erabiltzea kutsatutako gariarekin batera. Produktu horrek mikotoxinak kontzentratzen dituenez, ezinbestekoa da esne-behiek jango duten zahia analizatzea. gari-zahia produkturik ohikoena da garia ehotzean, eta galautsen (zahia eta pentsu-irina) eta gari-ernamuinaren nahasketa da.

Gari bigunekin egindako azterlanen arabera (600 µg DON/kg gari), kontzentrazioarik altuena ondoko zahietan antzeman izan da eta baxuena irinean <sup>14</sup>.

## 5.4. Deskontaminazioa/Detoxifikazioa

Mikotoxinen kutsadura ekiditeko ekintzarik eraginkorrena zelaietan bertan saihestea da, zerealak landatzen diren gunetan, alegia. Izan ere, *Fusarium* generoko onddoek eragindako kutsadura batzuetan ekidinezina da eguraldi-baldintzen arabera. Hori dela eta, metodo fisiko, kimiko eta biologikoak aztertu izan dira mikotoxinek kutsaturiko zerealen deskontaminazioa eta detoxifikazioa gauzatu ahal izateko. Egia esan, tratamendu batzuen bidez posible izan da mikotoxina batzuen maila murriztea; baina, oro har, ez dago metodo eraginkorrik, elikagai berean mikotoxina espektro handia dago eta. Deskontaminazio egokiena metodo erraza eta ekonomikoa izan beharko litzateke; eta, era berean, ez luke konposatu toxikorik sortu behar edo ez lituzke garauaren zein produktu deribatuen nutrizio-ezaugarriak eta ezaugarri organoleptikoak aldatu behar <sup>5 14</sup>.

### Metodo biologikoak

Europako proiektu baten bidez (Mikotoxinak elikagaietan kontrolatzea) egindako azterlan batzuek erakutsi dute ***Fusarium* generoko espezie antagonista ez-toxigeniko batzuek fusariosia murriztu egin ahal dutela garian; beraz, DON kontzentrazioa %70 murriztu egin ahal dute**. ZEAr dagokionez, mikroorganismo batzuek bihurtu egin ahal dute mikotoxina hori Zearalenol; baina ez dute lotu detoxifikatzea. Izan ere, metabolito horren jarduera estrogenikoa ZEArean bezalakoa da <sup>5 14</sup>.

### Metodo fisikoak

**Metodo fisikoak giza zein abereen elikagaietan erabili ahal dira.**

**Garaua sailkatzeko metodoek**, azala kentzeak eta ondoren **azala mekanikoki bereizteak** eta zerealaren hautsak mikotoxinen edukia murrizten dute zerealetako garauetan. Izan ere, mikotoxinen kontzentrazioarik altuena garauen perikarpioan eta zerealen hautsean agertzen da. Era berean, urarekin zein sodio karbonatoarekin **garbitzeak** DON eta ZEAre kontzentrazioak murriztu egiten ditu.

Bestalde, arratoiak erabili izan dira esperimentu ikerlanak egiteko. Ikerlan horietan material xurgatzaileak erabili izan dira. Izan ere, material horiek mikotoxinei itsatsi eta animalien traktu gastrointestinallean geldiarazteko ahalmena dute; horrela, bioerabilgarritasuna murriztu egiten dute. Adibidez: kolestiramina. ZEArekin kutsatuta dauden elikagaietan dibenilbenzeno-estirenoko polimeroak gehitzen baditugu, mikotoxina eta berorren metabolitoen eskrezioa areagotu egingo da arratoietan <sup>5 14</sup>.

### Metodo kimikoak

**Tratamendu kimikoak Europar Batasunean baino ez daude baimenduta, animalien kontsumorako elikagaietan baizik ez.** Efektu toxikoa murrizteko edo deuseztatzeko asmoz, azterlan ugari egin izan dira konposatu kimikoak balioztatzeko eta, horrela, lehengaiak dekontaminatu ahal izateko. Hainbat substantzia eraginkorrak izan dira zenbait mikotoxinari aurre egiteko (DON eta ZEA barne). Substantzia horiek, besteak beste, hurrengoak izan dira: monometilamina, sodio bisulfitoa, ozono hezea eta lehorra, hidrogeno peroxidoa, azido askorbikoa, dioxido sulfurikoa, formaldehidoa, kaltzio hidroxidoa. Sarritan, tratamendu kimikoak eta fisikoak batera erabiltzen dira dekontaminazioaren eraginkortasuna areagotze aldera <sup>5 8 14</sup>.



## 6. BIBLIOGRAFIAREN ERREFERENTZIAK

---

- <sup>1</sup> Peraica M, Radic B, Lucic A, Pavlovic M. (2000) Mikotoxinek gizakiarengan eragiten dituzten efektu toxikoak. Osasunaren Mundu Erakundearen buletina. Artikuluaren konpilazioa 2. zk.a (80-92).
- <sup>2</sup> Antón A, Lizaso J. (Elikagaien Segurtasuneko Fundazio Iberikoa). Onddoak eta Mikotoxinak. <http://www.adiveter.com/ftp/articles/articulo578.pdf>
- <sup>3</sup> Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission related to Deoxinivalenol (DON) as undesirable substance in animal feed. (Question N° EFSA-Q-2003-036) [http://www.efsa.eu.int/science/contam/contam\\_opinions/478/opinion05\\_contam\\_ej73\\_deoxynivalenol\\_v2\\_en1.pdf](http://www.efsa.eu.int/science/contam/contam_opinions/478/opinion05_contam_ej73_deoxynivalenol_v2_en1.pdf)
- <sup>4</sup> Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission related to Zearalenone as undesirable substance in animal feed. (Question N° EFSA-Q-2003-037) [http://www.efsa.eu.int/science/contam/contam\\_opinions/527/opinion\\_contam06\\_ej89\\_zearalenone\\_v3\\_en1.pdf](http://www.efsa.eu.int/science/contam/contam_opinions/527/opinion_contam06_ej89_zearalenone_v3_en1.pdf)
- <sup>5</sup> European Mycotoxin Awareness Network (EMAN) <http://www.mycotoxins.org/>
- <sup>6</sup> Scholten, et al. 2002. Food safety of cereals: a Caín-wide approach to reduce Fusarium Mycotoxins. FAIR-CT98-4094 <http://www.plant.wageningen-ur.nl/projects/fusarium/>
- <sup>7</sup> FAO (2003). Mikotoxinak aldeztatik ekiditeko eta kontrolatzeko Arriskuak eta Kontrol-Puntu Kritikoak analizatzeko Sistemak (APPCC) ezartzeko gidaliburua. [http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/005/Y1390S/Y1390S00.HTM](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/Y1390S/Y1390S00.HTM)
- <sup>8</sup> WHO (2001) Fifty-sixth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Evaluation of Certain Mycotoxins in Food.
- <sup>9</sup> Fanny Requena, Elsy Saume eta Alicia León. Mikotoxinen berrikusketa: Arriskuak eta aldeztatik ekiditea. Zooteknia Tropikala 23(4):393-410. 2005 [http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzoo/zt2304/arti/requena\\_f.htm](http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzoo/zt2304/arti/requena_f.htm)
- <sup>10</sup> WHO (2000) Fifty-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants in Food.
- <sup>11</sup> Lin Boquan, Zhu Guiru, Li Honquin. Beijing Research Institute for Nutritional Resources, China. A study on preservation of fusarium graminearum strain and its stability of producing zearalenone <http://wdcm.nig.ac.jp/wfcc/ICCC7/rk095.html>
- <sup>12</sup> Batzordearen (EE) 401/2006 Araudia, 2006ko otsailaren 23koa, elikagaietako mikotoxinen gehienezko edukia ofizialki kontrolatzeko laginak nola hartu eta nola analizatu zehazten duena [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/es/oj/2006/l\\_070/l\\_07020060309es00120034.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/es/oj/2006/l_070/l_07020060309es00120034.pdf)
- <sup>13</sup> IARC (1993): Monographs Programme on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, vol. 56. Some Naturally Occurring Substances: Food Items and Constituents, Heterocyclic Aromatic Amines and Mycotoxins <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol56/volume56.pdf>
- <sup>14</sup> Mikotoxina batzuek gizakiarengan eragin ahal duten Mikotoxi-arriskua (Elikagaien kutsatzaile gisa). Alberto Gimeno, María Ligia Martins [http://www.engormix.com/riesgos\\_micotoxicosis\\_algunas\\_micotoxinas\\_s\\_articulos\\_366\\_MYC.htm](http://www.engormix.com/riesgos_micotoxicosis_algunas_micotoxinas_s_articulos_366_MYC.htm)

---

<sup>15</sup> European Commission. SCOOP Report (Task 3.2.10). 2003. Collection of Occurrence data of *Fusarium*-toxin in Food and Assessment of the Dietary Intake by the Population of EU Member States”

<http://ec.europa.eu/food/fs/scoop/task3210.pdf>

<sup>16</sup> Batzordearen (EE) 856/2005 Araudia, 2005eko ekainaren 6koa, (EE) 466/2001 Araudia aldarazten duena, *Fusarium* generoko toxinei buruzkoa

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:143:0003:0008:ES:PDF>

<sup>17</sup> FSA (2003) Survey of Retail Cereal Products for Trichothecenes and Zearalenona.

<http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/35cereal.PDF>

<sup>18</sup> Jestoi M, Somma MC, Kouva M, Veijalainen P, Rizzo A, Ritieni A, Peltonen K. National Veterinary and Food Research Institute (EELA), Department of Chemistry, Helsinki, Levels of mycotoxins and sample cytotoxicity of selected organic and conventional grain-based products purchased from Finnish and Italian markets.

[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list\\_uids=15497181&opt=Abstract](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=15497181&opt=Abstract)

<sup>19</sup> WHO (2003) GEMS/Food Regional Diets. Regional per Capita Consumption of Raw and Semi-processed Agricultural Commodities prepared by Global Environment Monitoring System/Food Contamination Monitoring and Assessment Programme

[http://www.who.int/foodsafety/chem/en/gems\\_regional\\_diet.pdf](http://www.who.int/foodsafety/chem/en/gems_regional_diet.pdf)

<sup>20</sup> European Community Comments for the Codex Committee on Food Additives and Contaminants. 37th Session, 25-29 April 2005, The Hague, The Netherlands On Deoxinivalenol (DON) Contamination in Cereals

[http://ec.europa.eu/food/fs/ifsi/eupositions/ccfac/ccfac\\_don\\_es.pdf](http://ec.europa.eu/food/fs/ifsi/eupositions/ccfac/ccfac_don_es.pdf)

<sup>21</sup> SCF, (Scientific Committee on Food) 2000. Opinion on *Fusarium* Toxins, Part 2: Zearalenone. Expressed on 20 June 2000. European Commission SCF/CS/CNTM/MYC/22 Rev 3 Final.

[http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out65\\_en.pdf](http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out65_en.pdf)

<sup>22</sup> FAO (Food and Agriculture Organization) 2004. Mundu mailako araudiak elikagaietako eta anoetako mikotoxinak arautzeko 2003. urtean. Fao azterlana: elikadura eta nutrizioa. Erroma

<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5499s/y5499s00.pdf>

<sup>23</sup> Mikotoxinek zerealetan eragindako kutsadurak aldeztatik ekiditeko eta murrizteko Praktika Kodea, A okratoxinaren, zearalenonaren, fumonisimen eta trikotezenoen gaineko eranskinak.

[http://www.codexalimentarius.net/download/standards/406/CXC\\_051s.pdf](http://www.codexalimentarius.net/download/standards/406/CXC_051s.pdf)

---

## 7. ERANSKINAK.

---

### **I. eranskina. Mikotoxinek zerealeetan eragindako kutsadura aldez aurretik ekidin eta murrizteko Praktika Kodea** <sup>23</sup>

Nekazaritzako Jardunbide Egokien (BPA) eta Ekoizpen Praktika Egokien (BPF) gainean **Codex Alimentariusen batzordearen** gomendioak jarraian azalduko ditugu:

#### **Landatzea**

- ✓ Kultiboen errotazioari buruzko plana izatea eta jarraitzea. Horrela, zelai berean eta urte bi jarraian kultibo bera landatzea saihestu egingo dugu. Gari gogorra eta artoa *Fusarium* generoko espezieen aurrean kalteberagoak direla egiaztatu da; beraz, ez da horren arteko errotazioa egin behar. Patatak, bestelako ortuariak, erremolatxa, hirusta, alpapa,... bezalako kultiboak ez dira *Fusarium* generoko espezieen maizterrak; beraz, errotazioan erabili behar dira zelaietako inokuluaren maila murrizteko.
- ✓ Kultibo berri bakoitzarekin lursaila prestatu beharko dugu. Gauzak horrela, gari-buru zaharren azpitik sastraka guztiak eta substratu gisa balio ahal duen edozein zurtoin erausi, kendu edo goldatu beharko ditugu, mikotoxinen onddoak gara daitezen saihesteko. Higadura gertatzen den zonaldeetan, agian beharrezkoa izango da nekazaritza lanak saihestea lurzorua kontserbatze aldera.
- ✓ Ongarriak edota lurzorua egokitzailak behar diren ala ez erabakitze, lurzorua analizien emaitzak erabiltzea. Horrela Pha eta landareen nutrizio egokia bermatu egingo ditugu eta baldintza txarrak saihestu egingo ditugu, bereziki haziak garatzean.
- ✓ Ahal den neurrian, onddoei aurre egiteko garaturiko hazien barietateak landatzea; horrela, onddoen infekzioei eta intsektuen izurriteei aurre egin ahal izango diegu. Herrialde bakoitzeko ingurune zehatz batean, zonalde horretan egokienak diren barietateak baino ez litezke landatu behar.
- ✓ Praktikoa bada, tenperatura eta tentsio altuak saihestu egingo ditugu landatze prozesuan. Horrela hazia garatu eta heldu ahal izango da lehorterik gabe.
- ✓ Landareen metaketa saihestu egingo dugu, eta landareen edo lurretako ildoan artean distantzia egokia utziko dugu espezieak zein barietateak era egokian haz daitezen. Haziak banatzen dituzten enpresek sakabanatze prozesu egokiari buruzko informazioa eman ahal dute.

#### **Uzta batu baino lehen**

- ✓ Kultiboaren inguruan, intsektuek edo onddoen infekzioek eragindako kalteak ahalik eta gehien murriztea. Horretarako, erregistraturiko intsektizidak eta fungizidak erabiliko ditugu, bai eta bestelako praktika egokiak ere (izurriteei aurre egiteko programan zehaztutakoak).
- ✓ Kultiboan belar txarren presentzia kontrolatzea. Horretarako, metodo mekanikoak edo erregistraturiko herbizidak edo sastrakak kentzeko bestelako praktika seguruak eta egokiak erabiliko ditugu.

- 
- ✓ Kultibatu bitartean, kalte mekanikoak ahalik eta gehien murriztea.
  - ✓ Uztaren bilketa programatu beharko dugu garauak ahalik eta hezetasun gutxien izan dezan. Era berean garau heldua izan beharko da, baina hori lortzeko ez dugu baldintza zorrotzen pean edukiko (bero handia, euria edo lehortea). Zereala beranduago batzen badugu, eta *Fusarium* espezieren batek kutsatua badago, mikotoxinen edukia areagotu egin ahal da.
  - ✓ Uzta bildu baino lehen, bilketan zein biltegitratzean erabiliko ditugun tresnak egoera onean daudela egiaztatu beharko dugu. Izan ere, denboraldi kritiko horretan matxurarik izatekotan, garauaren kalitatea murriztu eta mikotoxinak agertu ahal dira. Nekazaritza ustiatzean beharrezkoak diren ordezkotako piezak izan beharko ditugu; horrela, konponketetan ahalik eta denbora gutxien emango dugu. Hezetasun edukia neurtzeko behar ditugun tresnak baditugula ziurtatu beharko dugu; halaber, ekipo hori ondo kalibraturik dagoela egiaztatuko dugu.

### **Bilketan**

- ✓ Bildutako garaua uzteko eta zelaitik lehortze instalazioetara edo bertatik biltegitetara garraiatzeko edukiontzia (bagoiak, kamioiak,...) garbi, lehor, intsekturik eta onddorik gabe egon beharko dira erabili baino lehen edo berriro erabili baino lehen.
- ✓ Zerealaren kalte mekanikoak saihestuko ditugu, bai eta lurzoruarekiko kontaktua ere. Infektaturiko landareen galburu, galtzu, zurtoin eta sastrakak biltzeko eta lurzorutik barreia daitezen saihesteko neurriak hartu beharko ditugu; horrela, esporek ez dute inokulatuko gainontzeko kultiborik.
- ✓ Bilketak dirauen bitartean, beharrezkoa izango da bildutako garau multzo batzuetan hezetasun maila egiaztatzea. Izan ere, hezetasun maila aldatu egin ahal da zelaian bertan, gunek batetik bestera, alegia.
- ✓ Uzta bildu eta berehala, uztaren hezetasun maila zehaztu egin beharko dugu. Eta hala balegokio, gomendatutako hezetasun maila lortu arte lehortu egin beharko dugu behar bezala biltegitratu ahal izateko. Hezetasun maila neurtzeko hartuko ditugun laginek ordezkatu behar izango dute lote osoa. Lote bakoitzeko hezetasun mailaren aldaketa murrizteko, lehortze prozesuaren ostean garaua beste instalazio batera eraman ahal dugu (edo silo batera).
- ✓ Zerealak lehortzean, garauen kaltea ahalik eta gehien murrizten ahaleginduko gara. Era berean, hezetasun maila mantendu egin beharko dugu biltegitratze prozesuan lizunik ez hazteko (oro har, %15etik behera). Horrela, garau freskoetan egoten diren onddoen espezie batzuk haztea saihestu egingo dugu (*Fusarium* bereziki).
- ✓ Bildu berri ditugun zerealak garbitu egin beharko ditugu kalteturiko aleak edo bestelako materia kaltegarriak kentzeko. Garbitzeko ohiko metodoen bidez sintomarik ez duten aleak ez ditugu kenduko. Grabitazio-taulen bidez, esate baterako, kalteturako garau batzuk kendu ahal izango ditugu. Baina azterlan gehiago egin behar dira sistema praktikoak garatzeko eta sintomarik agertzen ez duten aleak infektaturik ez daudenetatik bereizteko.

### **Biltegitratzean**

- ✓ Produktu hezea eta batu berria lehortu edo gari-jo baino ordu batzuk lehenago pila dadin saihestea. Horrela, onddoen hazkuntza saihestu egingo dugu. Hezetasun handia

---

duten produktuak eguzkitan lehortzen baditugu, onddoak agertu ahal dira. Produktuak aireztatu beharko ditugu aire bortxatuko zirkulazioaren bidez.

- ✓ Biltegitik azpiegiturak esturktura lehorrak eta ondo aireztatuak izan beharko dituzte. Era berean, eurtik babestuak egon beharko dira. Lur azpiko urak kanporatzeko sisteman izango dituzte eta karraskariak eta txoriak sar daitezen saihestuko dituzte. Bertan dugun tenperatura alda dadin ere saihestu egingo dute.
- ✓ Gordeko dugun uzta lehortu egin beharko dugu hezetasun maila segurua izan arte. Era berean, uzta hartu eta segituan, ahalik eta azkarren hoztu beharko dugu. Materia arrotzen eta kalteturiko garauen presentzia al bait gehien murriztuko dugu bildutako zerealen artean.
- ✓ Beharrezkoa izanez gero, biltegitik irteten eta biltegitara sartzen den garauaren mikotoxinen maila zaindu egin beharko dugu. Horretarako, programa egokiak erabiliko ditugu bai laginak hartzeko, bai entseguak egiteko.
- ✓ Zakuetan dauden zerealei dagokienez, ziur egongo gara ale horiek garbi, lehor eta paletetan pilaturik daudela edo zakuen eta lurzorua artean iragazgaitza den geruza dagoela.
- ✓ Ahal dela, garaua aireztatu egin beharko dugu aire-korrante jarraitua erabiliz. Horrela, biltegitan tenperatura eta hezetasun egokia lortuko dugu. Biltegitatzean, hezetasun maila eta tenperatura begiratu beharko ditugu tarteune finkoetan.
- ✓ Garaua biltegitatzean, berorren tenperatura gainbegiratu beharko dugu tarteune finkoetan. Tenperatura 2 °C-tik 3 °C-ra bitartean igoz gero, mikrobioak areagotzea edota intsektuen kutsadura ekarri ahal ditu. Begi-bistan infektaturik dauden garauzatiak kendu beharko ditugu eta laginak hartu beharko ditugu analizatzeko. Infektaturiko garauak behin bereizita, gainontzeko zerealen tenperatura jaitsi eta ondo aireztatu egin beharko dugu. Elikagaiak edo pentsuak ekoizteko ez dugu infektaturiko garaurik erabiliko.
- ✓ Garbitzeko prozedura egokiak erabili beharko ditugu biltegitan onddoen eta intsektuen presentzia ahalik eta gehien murrizteko. Beraz, erregistraturiko intsektizida eta fungizida egokiak erabili ahal izango ditugu, bai eta bestelako metodo egokiak ere. Garauaren erabilera kontuan hartuta, aukeratuko ditugun produktu kimikoek ez dute interferentziarik izango edo ez diote kalterik eragingo garuari; hau da, substantzia horiek baino ez ditugu erabiliko.
- ✓ Baliteke ona izatea agente kontserbatzaile egokia erabiltzea (adibidez: azido organikoak, azido propionikoa, kasu). Azido horiek eraginkorrak dira pentsuak fabrikatzeko garuan onddoak hiltzeko eta mikotoxinen presentzia saihesteko. Azidoen gatzak eraginkorrakoak izaten dira epe luzeko biltegitatze prozesuan. Beharrezkoa izango da kontuz jokatzeko; izan ere, konposatu horiek eragin negatiboa izan ahal dute zerealen zaporean edo usainean.
- ✓ Denboraldi bakoitzean erabilitako prozedurak (uzta biltzean zein biltegitatzean) dokumentuetan gorde beharko ditugu. Era berean, egindako neurketak (tenperatura eta hezetasuna), desbideratzeak edo aldaketak idatziz gordeko ditugu. Informazio hori erabilgarria izan ahal da onddoen hazkuntzan edo mikotoxinak agertzean nekazaritza-kanpaina zehatz batean. Gainera, etorkizunean akats bera egin dezagun saihestuko da.

### **Biltegitik garraibidera eta garraiatu bitartean**

- 
- ✓ Garraiatzeko edukiontzien ez dute onddorik, intsekturik edo kutsaturiko materialik izango Begi-bistan. Beharrezkoa izanez gero, erabili aurretik edo berriro erabili aurretik, ondo garbitu beharko ditugu edukiontziok. Gainera, dugun zama kontuan izanda, edukiontzi egokiak izan beharko dira. Erregistraturiko fumigatzaileak edo intsektizidak erabiltzea erabilgarria izan daiteke. Zama hustean, edukiontzian ez da ezer geratuko eta era egokian garbitu egin beharko dugu.
  - ✓ Garau-pilaketan ez da hezetasun handia egongo; horretarako, edukiontzi estaliak edo hermetikoak erabiliko ditugu, bai eta mundrunetzaturiko olanak ere. Tenperaturaren aldaketak edo garauaren kondentsazio-neurriak saihestu egingo ditugu. Izan ere, hezetasuna pilatu egin ahal da; eta ondorioz, onddoak hazi eta mikotoxinak agertu ahal dira.
  - ✓ Garraiatu bitartean, intsektu, txori eta karraskarien kutsadura saihestu egingo dugu. Horretarako, intsektu edo karraskariei aurre egiteko edukiontziak erabiliko ditugu. Era berean, garauaren erabilera kontuan hartuta, aipatutako animaliei aurre egiteko tratamendu kimiko uxagarriak ere erabili ahal izango ditugu.

## **II. eranskina. Arriskuak eta Kontrol-Puntu Kritikoak analizatzeko Sistemak (APPCC)**<sup>7</sup>

Mikotoxinak alde aurretik Ekidin eta Kontrolatzeko asmoz Arriskuak eta Kontrol-Puntu Kritikoak Analizatzeko Sistema aplikatzeko Gidaliburua argitaratu zuen FAOK. Gidaliburuak hurrengo faseak ditu:

### **a) Mikotoxinek eragin ditzaketen kutsadura-arriskuak identifikatzea**

**Lehenik eta behin, APPCC ekipoak aztertu egin beharko du elikagai osasuntsuak kaltetzeko gai diren mikotoxinen artean zein egon litekeen produktu-sistema horretan edo leku zehatz batean.** 300 mikotoxina baino gehiago ezagutzen ditugu, baina gutxi batzuek baino ez dute arriskurik eragiten elikagaietan zein pentsuetan. Legezko limiteak aurreikusi ahal diren maila dira, eta produktuaren ezaugarrietan agertu beharko dira. Bezeroak, era berean, mikotoxinen gaineko limiteak ezarri ahal ditu kontratuetan; eta baliteke araututa ez dauden mikotoxinei erreferentzia egitea.

Mikotoxina bat arriskutsua dela esateko egiaztaturiko datuetan oinarritu beharko dugu. Datu horiek produktuen sentikortasun mailari buruzkoak izan beharko dira (hainbat mikotoxinaren aurrean), bai eta mikotoxinak agertzeko klima baldintzei buruzkoak ere. Adibidez, klima epeletan landaturiko artoa ez bide da hain kaltebera aflatoxinen aurrean, baina trikotezeno edo B1 fumonisima bezalako mikotoxinek kutsatu ahal dute. Hainbat produktuekin mikotoxinen gaineko datuak argitaratu badira ere, zaintza-azterlanak egitea garrantzitsua izan liteke. Izan ere, datu eskasak izan ahal ditugu produktu zehatz bati buruz edo klima-zonalde zehatz bati buruz.

### **b) Produktuaren fluxu-diagraman (DFP) mikotoxinen kutsadura sortu ahal duten fase kalteberak identifikatu egin beharko ditugu.**

Mikotoxinek eragindako kutsadura-arriskuak identifikatu eta gero, mikotoxina bat aztertu beharko da DFPren fase bakoitzeko. Horrela, mikotoxinek eragindako kutsadura agertzeko probabilitatea balioztatu egin ahal izango dugu. Oro har, argitaratutako zientzia datuak izango ditugu, eta orientabide gisa erabiliko ditugu. Baina baliteke ikerketa bat kontratatu behar izatea aukeratu ditugun faseak egokiak diren ala ez zehazteko edo baieztatzeke. Egoera urte batetik bestera eta denboraldi batetik bestera

---

aldatu egin ahal da. Beraz, APPCC planean mikotoxinak zaintzea aurreikusi beharko dugu.

Garrantzitsua da zehaztea noiz dugun probabilitate handiagoa mikotoxinen kutsadura gertatzeko, uztaren aurretik edo ondoren. **Izan ere, *Fusarium spp.* Generoko espezien artean mikotoxinak uztaren aurretik agertu ohi dira. Baina klima baldintzek eragina izan ahal dute zimeltze graduan; beraz, mikotoxinen kutsadura errazago agertu ahal da.**

Baina uztaren aurretik oso zaila da ziur egotea mikotoxinen kontzentrazioa legezko mailatik beherakoa dela (edo produktu horretarako aurreikusitako mailatik beherakoa dela). Beraz, **uztaren ondoren ezarriko ditugun neurriek ere kutsadura gehigarria alde aurretik ekidin edo murriztu egin ahal izango dute; baina arriskua ez dugu guztiz ekidingo.** Ondorioz, sarritan beharrezkoa izaten da bereizte fase bat sartzea mikotoxina maila onartezina duen loteak kentzeko.

### **c) Mikotoxinak kontrolatzeko erabil litezkeen neurriak**

**Mikotoxinak kontrolatzeko neurririk eraginkorrena produktua lehortzea da.** Horrela, produktuaren uraren aktibitatea (aw) baxuegia izango da eta zailagoa izango da lizunak haztea edo mikotoxinak agertzea. Lizunen hazkuntza alde aurretik ekiditeko, aw 0,90 edo hortik beherakoa izan behar da (hezetasun maila murriztu egiten da tenperatura igotzean). Lizun toxigeniko bakoitzak uraren gutxienerako aktibitate zehatza du beraz hazi eta mikotoxinak sortzeko. Aktibitate horrek, beraz, hezetasun maila zehatz bati lotuta dago produktu bakoitzean. **"Kalterik eragiten ez duen" hezetasun edukia muga kritikoa izango da kontrol-neurrian.**

Beraz, garrantzitsua izango da "kalterik eragiten ez duen" hezetasun maila helburu gisa zehaztea; eta gehienezko balio emateaz gain, batez besteko balioa ere zehaztu beharko dugu. Adibidez: %14, baina %15 gainditu gabe. Batez besteko balioa baino ez badugu zehazten, lote baten barruan, balio horrek ezkutatu ahal du hezetasun eduki tarte zabala; horrenbestez, produktua ez litzateke babestuta egongo lizunen edota mikotoxinen kutsaduren aurrean. Lehortze prozesua, ere berean, uniforme izan behar da, eta hori kontuan hartu behar dugu muga kritikoak zehaztean. Horrelako PCC bat egiaztatzeko, hainbat lagin hartu beharko ditugu hezetasun edukia neurtzeko.

Produktuaren hezetasun mailak "kalterik eragiten ez badu" 48 orduetik gorako tartean, lizunak hazi eta mikotoxinak sortu ahal dira. Ondorioz, kontrol neurri bat izan liteke 48 orduetik beherako tartea zehaztea; tarte horretan produktuaren hezetasun edukia "kalterik eragiten ez baitu". Kalteari dagokionez, horrek azaltzen du zergatik izan ahal den hobe batzuetan produktu bat eguzkitan lehortzea eta ez geroago lehortze mekanikoa erabiltzea. Produktua egun bian lurzoru lehorraren gainean utzi eta noizean behin irauliz gero, "Kalterik eragiten ez duen" hezetasun maila lortu ahal dugu. Bestalde, lehortze mekanikoak muga kritikoa gaindiarazi dezake 48 orduz.

**Behin mikotoxinak sortuta, oso zaila da desagerraraztea bereizte fisikoko teknikarik erabili ezean (sailkapena).** Kontrol neurri hori aplikatzeko, produktuaren lote bakoitzetik lagin esanguratsuak hartu eta aztertu behar ditugu mikotoxinen presentzia zehazteko. Lote bat onartzeko mikotoxinen edukia muga kritikoa azpitik egon beharko da (muga hori araudi ofizialean zehaztu beharko da). Produktu batzuetarako, eta era eraginkorrean, **kolorearen bidezko gailuak** erabili ahal dira mikotoxina eduki altua duten haziak atzera botatzeko. Horrela, eduki baxua dutenak kontserbatuko genituzke, eta gailu horiek kontrol neurri gisa erabil litezke. Batzuetan ere detoxifikazio kimiko eraginkorra egin ahal da.

---

**Aldez aurretiko programa egokiak erabiltzea (BPA, BPAL eta BPF) ezinbestekoa da. Hori horrela dela egiaztatze hutsak murriztu ahal du nabarmen mikotoxinen kutsadura arriskua.** Aldez aurretiko programetako jardun-eremuan dauden prozeduren artean ondoko hauek aipatu ahal ditugu: urreztatzea, intsektuei aurre egiteko borroka, barietate gogorak erabiltzea eta biltegietan plataformak erabiltzea

#### **d) Kontrolerako Puntu Kritikoak (PCC) zehaztea**

Beharrezkoa izanez gero, APPCC ekipoaren ezagupenak eta eskarmentua osatze aldera, PCCak zehazteko erabaki-zuhaitz egokia erabili ahal da laguntza gisa. DFTren zati bakoitza aztertu beharko dugu eta galderei ondoz ondo hurrenkeran erantzun beharko diegu. Jakin behar dugu PCC bat zehazteko beharrezkoa dela baiezko erantzuna ematea ondoko galderari: kontrolerako aurrezaintzako neurriak baditugu? 1997. urteko Codexen horrela definitzen dira kontrol neurriak: elikagaiek kalterik ez eragiteko edo maila onargarria murrizteko aplikatu ahal ditugun neurriak edo ekintzak arriskuak aldeztu aurretik ekiditeko edo deuseztatzeko.

Produktu-sistema batzuetan posible da kontrol-neurriak aplikatzea hainbat fasetan. Gainera, neurri bakoitzak murriztu ahal du mikotoxinen edukia. **Mikotoxinen eduki onargarria gaitzetez erraza dela uste izanez gero, APPCC ekipoak zehaztu ahal izango du PCC bat fase bakoitzean.**

#### **e) PCC bakoitzeko muga kritikoak zehaztea**

Kontrol neurria mikotoxinak aztertzean oinarrituz gero (bereizte prozesua), **muga kritikoa, oro har, maila onargarrian zehaztuko dugu. Eta, era berean, mikotoxinei dagokien legezko muga bezalakoa edo muga horretatik azpikoa izango da.** Batzuetan, maila onargarriak eta horri lotutako edozein muga legezko mailatik gora zehaztu ahal dugu, betiere ondorengo fase batean arrisku maila onargarria izango dugula bermatuz gero.

Lehortze prozesuaren kontrol-neurriei dagokienez, "kalterik eragiten ez duen" hezetasun edukia lortze aldera, parametro bi neurtu beharko ditugu, eta parametro horietarako muga kritikoak zehaztu beharko ditugu: lehorgailuaren tenperatura eta zenbat denbora egongo den gailuaren barruan. Adibidez: fluxu jarraituko lehorgailuaren kasuan, tenperatura kritikoa  $80\pm 2^{\circ}\text{C}$  izan liteke, eta denbora kritikoa  $20\pm 1$  minutu.

Detoxifikazio kimikoan, muga kritikoak ondoko hauek izan litezke: tenperatura, erreakzio-ontziaren presioa eta zenbat denbora egongo den ontzian.

#### **f) PCC bakoitzeko zaintza-sistema ezartzea**

**Zaintza-sistema oinarrituko parametroa izan beharko da gure neurketetan, tenperatura eta denbora bezala. Sistema hori programatu berako dugu muga kritikoekiko desbiderazioak antzemateko.** Nekazaritza arloan, esate baterako bigarren mailako merkataria baten kasuan, lote onargarriak eta ez-onargarriak bereizi behar direnean, analisi prozedura azkarrak ezinbestekoak izaten dira sartzen diren loteak aztertzeko.

Analisi erdi-kuantitatibo azkarreko entseguak existitzen dira (Kits) eta immunoafinitate-tekniketan oinarrituta daude. Horren emaitzak aurreikusitako mailara egokitu egiten dira, adibidez: aztertu beharreko mikotoxinaren 5 edo 20  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Kasu horretan, muga kritikoa kolore bat egotea edo ez egotea izango litzateke. Badira beste teknika batzuk erabilgarriak izan ahal direnak fabriketan sartzeko loteak bereizte aldera, esate baterako: minikolumnako teknika klasikoak edo diluzioaren bidezko geruza fineko kromatografia.

Kasu horietan muga kritikoa banda edo puntu urdin fluoreszentea egotea edo ez egotea izango litzateke.

#### **g) Neurri zuzentzaileak ezartzea**

Neurri zuzentzaile mota bi ditugu: Lehenengo bidez, kontrola berreskuratuko dugu. Adibidez: hezetan edukiaren muga kritikora heldu ezik, neurri zuzentzaile gisa erabili ahal izango genuke lehorgailuaren fitxa tekniko eta berori konpondu ahal izango genuke. Edo agian, tenperatura edo denbora areagotu egin beharko genuke. Bigarren neurri zuzentzaileen bidez, produktua isolatuko genuke PCC kontrolatik kanpo dagoen bitartean. Ondoren, produktuaren azken helmuga aldatuko genuke: edo deuseztatuz edo kalitate baxuko produktu izendatuz edo ekoizte prozesu berrian sartuz (hala balebagoak).

#### **h) Egiaztatze prozedurak zehaztea**

Denbora tarte jakinetan, APPCC plan osoa egiaztatu beharko dugu. Horretarako, mikotoxinen kontzentrazioa neurtu beharko dugu azken produktuan, eta balore horiek ez dituzte muga onargarriak gaituzte behar. Horrela izan ezean, akatsa bilatu beharko dugu berehala. Horrela, jakin ahal izango dugu zein fasetan galdu dugun arriskuaren kontrola. Baliteke muga kritikoa aldatu behar izatea edo kontrol neurri berria egiaztatzea zein kontuan hartzea. Gauza bera gertatuko litzateke desbiderazio ikerketa batean edo produktuaren helmuga aztertzean PCC bat onartezina izanez gero, orduan ere aldaketak sartu beharko genituzke.

#### **i) Dokumentazio-sistema eta erregistroen jarraipen-sistema zehaztea**

APPCC sistemari buruzko dokumentazioa eta erregistroak gorde behar dira, baina erregistroen zailtasuna produktuko sistema-fasearen arabera izango da.

### **ONDORIOAK**

1. APPCC sistema tresna eraginkorra da eta mikotoxinak kontrolatzeko erabili ahal da produktuko sisteman.
2. APPCC azterlana egitean, prozesuan zerikusia duten pertsona guztiek arreta handiz jokatu beharko dute prozesu osoan eta "kaltegarritasunari" buruzko arlo guztiekin sentzibilitate handiagoa izan beharko dute.
3. APPCC sistema ezartzea berez ez da helburua. Onurak lortu nahi baditugu, APPCC sistema etengabe kontrolatu beharko dugu.

**9. taulan**, zerealetan ager litezkeen mikotoxinei aurre egiteko APPCC programaren gaineko laburpena azaldu dugu.

**9. taula.** APPCC sistema mikotoxinen presentzia kontrolatu eta murrizteko <sup>9</sup>

<b>Faseak</b>	<b>Arriskua</b>	<b>Ekintza zuzentzailea</b>
<b>Uzta batu baino lehen</b> 5 145 14	Lizunek infektatzea eta, ondorioz, mikotoxinak agertzea	- Kultiboaren aurrean gogorrak diren espezieak erabiltzea. - Izurriteak kontrolatzeko programa eraginkorrak indartzea. - Nekazaritzako Praktika egokiak erabiltzea, kultiboak txandatzeko, etab.

<b>Uzta</b>	Mikotoxinak areagotzea	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uztaren une egokia.</li> <li>- Ahal dela, temperatura baxuak izan.</li> <li>- Material arrotzak kentzea.</li> <li>- Azkar lehortzea, hezetasunaren %10etik behera</li> </ul>
<b>Uztaren ondoren</b>	Mikotoxinak areagotzea edo agertzea	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biltegiko produktuak hezetasunetik, intsektuetatik, ingurumen-faktoreetatik,... babestea</li> <li>- Produktuak leku garbi eta lehorren gainean gordetzea</li> </ul>
<b>Uztaren ondoren, prozesatu eta ekoiztea</b>	Mikotoxinek eragindako kutsadura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gehitutako osagaiak balioztatzea.</li> <li>- Prozesatze eta fabrikazio operazioak monitorean erregistratzea, horrela produktuen kalitatea altua izango da.</li> <li>- Ekoizpen Praktika Egokiak (BPF) izatea</li> </ul>