

Resum de l'article: Yiannikouris A., Jouany JP. 2002. Les mycotoxines dans les aliments des ruminants, leur devenir et leurs effets chez l'animal. INRA Prod. Anim., 15 (1), 3-16

Les micotoxines	2
Introducció, metabolisme de les micotoxines, tipus	2
Alguns fongs i micotoxines associades	2
Àmbit de contaminació dels aliments dels remugants	2
Procés de les micotoxines després de la ingestió	3
Efectes de les micotoxines sobre la salut dels remugants	4
Contaminacions agudes	4
Contaminacions cròniques	5
Prevenició de riscos	5
Conclusions	6

Les micotoxines

Introducció, metabolisme de les micotoxines, tipus

Són metabolits secundaris segregats per fongs – floridures- que pertanyen als gèneres *aspergillus*, *penicillium*, *fusarium*.

Es produeixen sobre la majoria dels productes alimentaris: abans, durant i després de la recol·lecció.

El metabolisme de les **micotoxines** és complex i passa per diferents vies de *bioactivació* i *desintoxicació*, regulades per mecanismes de transformació biològica. Aquests mecanismes de transformació resulten de l'acció enzimàtica de l'hoste i de la flora que hi hagi al tub digestiu.

El metabolisme secundari s'activa a l'atzar, essent els compostos que genera molt diversos i específics segons les soques de fongs implicades. El metabolisme primari és sistemàtic, hi ha una programació prèvia.

La contaminació en fongs de les plantes, i per tant la síntesi de **micotoxines**, depèn de l'entorn – estat sanitari de la planta, condicions ambientals del temps atmosfèric, tècniques de recol·lecció, el temps i les condicions hidrotèrmiques abans de l'estabilització per a la conservació (si hi ha molta humitat i a més es tarda molt en tapar l'ensitjat s'afavoreix la contaminació per fongs) - .

Alguns fongs i micotoxines associades

Fongs	Micotoxines
Aspergillus <i>flavus</i> , <i>parasiticus</i> , <i>nomius</i>	Aflatoxines B1, B2, G1, G2
Penicillium <i>verrucosum</i> , Aspergillus <i>clavatus</i>	Ochratoxina A (OTA)
Penicillium <i>expansum</i> , <i>urticae</i> , Aspergillus <i>clavatus</i> , Byssochlamys <i>nivea</i>	Patulina
Fusarium <i>sporotrichioides</i> , <i>graminearum</i> , <i>culmorum</i> , <i>poae</i> , <i>roseum</i> , <i>trincinctum</i> , <i>acuminatum</i>	Trichothécènes (deoxinivalenol)
Fusarium <i>moniliforme</i> , <i>proliferatum</i>	Fumonisines B1, B2, B3
Fusarium <i>graminearum</i> , <i>culmorum</i> , <i>crookwellense</i>	Zearalenona (ZEN)
Fusarium <i>crookwellense</i> , <i>moniliforme</i> , <i>subglutinans</i> , <i>sambucinum</i> , <i>napiforme</i> , <i>hereosporum</i> , <i>oxysporum</i> , <i>solani</i> , <i>proliferatum</i>	Àcid fusàric

Àmbit de contaminació dels aliments dels remugants

En general en els farratges i cereals (grans) els fongs (i en conseqüència les micotoxines associades) hi proliferen a través de l'**aigua** – sempre l'aigua, sobretot si hi ha aigua lliure - , la **temperatura** – a més temperatura i a més aigua més fongs -, l'**oxigen** – la condició per a la no proliferació és l'absència d'oxigen -, el **pH** – els pH àcids no afavoreixen la proliferació -, el tipus de substrat – l'ensitjat, el fenc, l'henolat, etc. -.

En els farratges secs, si hi ha més humitat del normal, és a dir que estan mal assecats i empaquets amb humitat, hi proliferaran els **Aspergillus** *fumigatus*, provocant trastorns respiratoris, així com d'altres espècies i altres gèneres com ara els **Penicillium** que són

desencadenants de diverses toxicitats. Igualment pot haver-hi la presència dels **Fusarium** amb les micotoxines associades – Zearalenona ZEN – que poden afectar la reproducció.

Els ensitjats, i per regla general, si estan ben fets – sense oxigen, sense humitat excessiva, fets amb ràpides, i amb un pH baix – no són favorables al desenvolupament de floridures – i si n’hi ha als laterals sempre s’han de llençar, i no donar ni a seques ni a vedelles -. Quan el front d’atac permet entrar aire, i l’ensitjat és massa humit, poden implantar-se *micromicetes* que contenen *patulina*. A vegades després d’una conservació molt llarga hi poden aparèixer els tres gèners **Aspergillus**, **Penicillium** i **Fusarium**.

Els ensitjats en bales rodones podrien ser semblants en els secs quant a possibilitats de contaminació.

Els grans i concentrats mereixen especial atenció ja que són consumits directament per l’home arreu del món. Entre el 25 i el 40% dels cereals estan contaminats per **micotoxines**, principalment les **aflatoxines** derivades de l’**aspergillus flavus** i **parasiticus**, propis de l’emmagatzematge, cosa que també passa amb la grana de cacauet i la de cotó, i en general a la majoria de oleaginoses conservades i consumides en països càlids i, a la vegada, humits. En el blat de moro, l’ordi, la civada, el sègol, el blat, i la majoria d’oleaginoses si estan mal assecats apareix **Ochratoxina A (OTA)**. Si el blat de moro, sorgo, sèsam, ordi, blat i la civada són recolectats tard i el gra es trenca poden apareixer les **micotoxines ZEN**, provinents del **Fusarium**. El maltejat de l’ordi pot originar la **patulina** que pot provocar la mort de vaques que consumeixen malta assecada, és evident que això passa en males condicions de maltejat – grans deficientes i prèviament malmesos i contaminats, i/o amb un procés poc acurat. Pel que fa a la contaminació de les oleaginoses, grans i turtós, s’hi poden donar els tres gèners, però en general l’extracció de l’oli i els tractaments industrials destrueixen els fongs, la qual cosa no vol dir que en males condicions d’emmagatzematge no hi tornin a surtir. avenir

Procés de les micotoxines després de la ingestió

La població microbiana del rumen té un paper desintoxicant que fa que els remugants siguin més resistents a les **micotoxines** que no els monogàstrics. Tot i així no n’estan exempts, si bé les dosis d’ingestió, en condicions normals, no són importants.

Fongs	Micotoxines	acció al rumen
Aspergillus flavus , <i>parasiticus</i> , <i>nomius</i>	Aflatoxines B1, B2, G1, G2	només en un 10% són degradades, poden inhibir microorganismes del rumen
Penicillium verrucosum , Aspergillus clavatus	Ochratoxina A (OTA)	metabolitzada en fenilalanina i en ochratoxina α (no tòxiques). Si la ració és molt concentrada la degradació baixa un 20%
Penicillium expansum , <i>urticae</i> , Aspergillus clavatus , Byssochlamys nivea	Patulina	
Fusarium sporotrichioides , <i>graminearum</i> , <i>culmorum</i> , <i>poae</i> , <i>roseum</i> , <i>trincinctum</i> , <i>acuminatum</i>	Trichothécènes (deoxinivalenol)	degradades (toxicitat molt petita)
Fusarium moniliforme , <i>proliferatum</i>	Fumonisin B1, B2, B3	degradades (toxicitat molt petita)
Fusarium graminearum , <i>culmorum</i> , <i>crookwellense</i>	Zearalenona (ZEN)	transformada en α zeranol (tòxic) – que sembla que en alguns casos estimula creixement dels animals, és un estrogen.

<i>Fusarium crookwellense, moniliforme, subglutinans, sambucinum, napiforme, hereosporum, oxysporum, solani, proliferatum</i>	<i>Àcid fusàric</i>	
---	---------------------	--

Els protozous del rumen són més eficaces que no les bactèries per metabolitzar les **micotoxines**, i en canvi són molt sensibles als seus efectes. Hi ha bactèries ruminals (*Butyrivibrio fibrisolvens*, *Selenomonas ruminantium*, *Anaerovibrio lipolytica*) capaces d'utilitzar les toxines com a font energètica. *Butyrivibrio fibrisolvens* degrada toxines com per exemple les derivades de **Fusarium**, inclosa la **ZEN**. (*Suposo que aquesta bactèria deu ser més abundant en règims més farratgers que no concentrats*)

Després de sortir del rumen les toxines, com d'altres metabolits, passen a través de l'epiteli intestinal, pel fetge i pels ronyons. A la primera fase tenen lloc reaccions de reducció, d'oxidació i d'hidròlisi, havent-hi nombrosos enzims implicats; a la segona fase es conjuguen les molècules formades en la primera fase. Totes aquestes reaccions disminueixen la toxicitat, i augmenten la solubilitat en aigua de les **micotoxines**, amb la qual cosa es facilita l'excreció a través de l'orina i la llet, protegint d'aquesta manera la possible intoxicació de l'animal. Per exemple el **ZEN** que s'havia transformat en àcid zeranol al rumen, sofreix l'acció d'enzims reductases al fetge.

Les principals toxines ingerides pels remugants es modifiquen al tub, i d'aquesta manera l'absorció està més limitada, i després seran excretades via biliar per l'orina i la llet.

Per via urinària és per on se'n excreten més. L'excreció làctia de toxines i els seus metabolits s'efectua o per filtració intercel·lular, o per difusió passiva transmembranes, o per transport actiu mitjançant les vesícules de secreció. La taxa de transferència de les aflatoxines des de l'aliment fins a la llet és feble: entre 0,3 i 2,2%. Les proves que s'han fet contenen toxines pures afegides a l'aliment, i lògicament no es correspon amb les condicions normals de possible contaminació dels aliments. Sembla que en condicions normals de contaminació el pas a la llet és al voltant de l'1%, essent les aflatoxines les més perilloses, i que estan en aliments importats de països tropicals com el cacauet.

Efectes de les micotoxines sobre la salut dels remugants

Els efectes biològics de les **micotoxines** depenen dels següents factors: dosis ingerides, nombre de toxines presents, durada de l'exposició a les **micotoxines**, i de la salut de la vaca.

Contaminacions agudes

Contaminació aguda d'aflatoxines: lesions del fetge, congestions i hemorràgies. L'aflatoxicosis provoca una acumulació d'àcids grassos al fetge, els ronyons i el cor, podent originar encefalopaties i edemes.

Les ochratoxicosis no s'han observat als remugants.

Els efectes del **ZEN** estan en els trastorns de la reproducció i en les modificacions físiques dels òrgans genitals, idèntiques a les provocades per l'estradiol, els porcs són els animals més sensibles, i en menor grau les aus i els bovins. Els **ZEN** produïts en condicions normals d'alimentació són molt febles, i probablement insuficients per provocar disfuncions d'aquests tipus als remugants.

Les fumonisines ataquen els porcs, les aus i els equids, i no sembla que els remugants en siguin sensibles.

La contaminació per la *patulina* és potencialment carcinògena i mutàgena, i els símptomes són de caràcter nerviós, incoordinació dels òrgans motors, paraplegia i mort. Les *trichothécènes* provoquen pèrdua de pes, vòmits, dermatosis i hemorràgies.

Contaminacions cròniques

O puntuals, no són pràcticament detectades en els remugants.

En general els fenòmens de desintoxicació van paral·lels a la baixada de la gana, i per tant no s'augmenta la intoxicació. “És difícil tenir una idea precisa de les conseqüències del consum d'aliments contaminats per les **micotoxines** sobre la salut i la producció dels remugants”.

“Una contaminació dels aliments per floridures o **micotoxines** es tradueix generalment per una disminució de les quantitats ingerides per l'animal”. En aquest context de repulsió de l'aliment contaminat, és difícil saber quina part dels trastorns de caràcter digestiu i metabòlic s'han d'atribuir a les **micotoxines**. El que sí sembla evident és que els remugants són menys sensibles que els monogàstrics. Exemples per donar idea de concentracions i efectes: una ingestió d'*aflatoxina B1* a raó de 600 µg/kg d'aliment concentrat ha disminuït la gana dels vedells d'engreix, i concentracions entre 60 i 300 µg/kg d'aliment concentrat no va tenir cap efecte; el mateix a vaques: l'administració pura a raó de 13 mg/dia no va modificar la gana, però la mateixa concentració d'una mescla d'*aflatoxines* sí que la va reduir. I entre 50 i 150 mg d'*aflatoxina B1* pura provocava una disminució de la ingestió i de la producció de llet. L'administració de DON (*Trichothécènes*) entre 6 i 8 mg/kg concentrat provocava una disminució de la gana (ingestió) i de la producció de llet, segons uns autors, però per altres fins una dosi de 12 mg/kg no hi havia efectes. Pel que fa a la contaminació per ZEN (*Fusarium* → ZEN) en els cereals segons un autor hi havia una baixada de la producció de llet, però uns altres no n'hi van trobar cap efecte entre una concentració de ZEN de 385 a 1982 µg/kg a una ració durant set dies.

Prevenió de riscos

- 1) Mantenir els grans sencers, amb poca humitat, temperatura adequada – **Aspergillus** entre 24 i 34 °C és el rang de màxim creixement, **Penicillium** entre 20 i 34, **Fusarium** entre 5 i 15 –
- 2) L'assecat és l'etapa essencial per evitar la contaminació en fencs i grans, i l'anaerobiosi és imprescindible en la conservació humida. Els antifúngics naturals són: **àcid propiònic** que inhibeix les floridures ja que baixa el pH i redueix la formació d'ATP, la **sal CINa** actua sobre la pressió osmòtica de les cèl·lules i disminueix l'aigua lliure del fenc mal assecat, l'**amoníac** destrueix la microflora global de manera provisional.
- 3) Tria i eliminació dels grans contaminats, cerca per fluorescència de la presència de toxines produïdes per **Aspergillus**, el rentat amb aigua o carbonat sòdic per reduir les toxines dels **Fusarium** en el blat de moro, inactivació a alta temperatura, etc. Hi ha molts tipus d'absorbents per a les racions, que redueixen la biodisponibilitat de les toxines: aluminosilicats de sodi i calci sembla que van bé per a les aflatoxines però són ineficaces per a d'altres micotoxines, les *zeolites* o aluminosilicats hidratats de cations alcalins, o les *bentonites*, o les argiles com la *caolinita*, la *sepiolita* i la *montmorillonita* sembla que fixen algunes micotoxines, també hi ha el

carbó actiu, o les resines. En tot cas les dosis molt altes poden provocar que també es redueixi la biodisponibilitat de minerals i vitamines.

- 4) Hi ha molts agents químics – àcids, bases (amoníac, sosa), peròxids, bisulfits, formaldehid, etc.- que degraden o transformen les aflatoxines i algunes altres micotoxines
- 5) Ceps de bacteries làctiques, propionibactèries, bifidobactèries, són capaces de lligar-se a les micotoxines. Exemples: *Flavobacterium aurantiacum* pot fixar alguna aflatoxina i tornar-la inactiva, altres microorganismes – *corynebacterium*, *rhizopus*, *aspergillus*, etc. – poden fixar-ne però són processos lents i poc eficaços. Els glucomanats sortits de la paret externa del *saccharomyces cerevisiae* tenen una gran capacitat d'absorció i sembla que la inclusió a la ració – contaminada amb aflatoxina- a raó de 0,05% de la MS redueix la presència a la llet de la vaca.

Conclusions

Sembla bastant clar que el remugant és un bon filtre contra les toxines que contaminen el món vegetal, i que afecten en molt més amplitud i severitat les altres espècies animals. El desenvolupament de mètodes físics, químics, biotècnics, destinats a millorar la producció de llavors, a millorar els conreus i la recollida dels farratges és interessant per reduir el nivell de contaminació dels aliments. No obstant, l'eliminació total de les floridures i les seves toxines incorporades és impossible, i s'ha d'anar cap a les mesures preventives.