



Toxicologie alimentaire

TD 2: Les toxines bactériennes et les mycotoxines

Les toxines bactérienne

- ❖ Les **bactéries et les toxines bactériennes** : beaucoup de bactéries peuvent causer une intoxication alimentaire, soit directement soit par les toxines qu'elles produisent.
- ❖ Parmi les plus communes on retrouve *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Shigella*, *Staphylococcus*, *Campylobacter* et *Clostridium perfringens*.
- ❖ Beaucoup d'intoxications alimentaires d'origine bactérienne sont dues à de l'eau souillée et à une cuisson insuffisante de la viande, des volailles, d'œufs, de produits laitiers, de la viande transformée, du poisson, des crèmes, de tartes à la crème.

I. Les endotoxines

1- Localisation

- Elles se trouvent sur la face externe de la membrane externe des **bactéries Gram (-)**.
- Elles sont libérées suite à la lyse des bactéries. Ceci peut intervenir lors d'une septicémie à bacille G(-) traitée massivement par des antibiotiques.

2- Nature chimique et conséquences

Les endotoxines sont de nature lipidique. Elles correspondent au lipide A du LPS. Ceci leur confère des propriétés caractéristiques des lipides :

- ❖ Elles sont peu sensibles à la chaleur. On ne peut donc pas les inactiver par chauffage.
- ❖ Elles sont peu immunogènes : Il n'y a quasiment pas d'anticorps produits contre les endotoxines. On ne peut donc pas concevoir de vaccins contre elles.

3) Mécanismes d'action - Niveau de toxicité

- Les endotoxines provoquent un choc toxique, (ou choc endotoxinique) responsable de la mort du patient dans 50% des cas.
- Les principaux symptômes observés sont :
une forte fièvre, des atteintes vasculaires, des atteintes de l'hémostase : la dégranulation des plaquettes est activée de façon anarchique dans les vaisseaux, provoquant une « coagulation intravasculaire disséminée ».

II. les exotoxines protéiques

1) Localisation

On distingue 3 types de localisation :

1. Sécrétées hors de la bactérie: exotoxines vraies (toxines diphtériques, staphylococciques, d'E. Coli...).
2. Présentes dans le cytoplasme et libérées uniquement lors de la lyse cellulaire: exotoxines cytoplasmiques (représentent 25 % de ce type de toxines, c'est le cas de la toxine cholérique).
3. Présentes dans le cytoplasme et sécrétées hors de la bactérie: exotoxines mixtes (toxines des Clostridium).

2) Nature chimique et conséquences

- Les exotoxines sont de nature protéique, ceci a plusieurs conséquences sur leur fonctionnement.
- Elles sont codées par des gènes et donc transmissibles si les gènes sont portés par des plasmides ou des phages. Elles sont thermosensibles.
- Elles sont très immunogènes: leur présence dans l'organisme provoque la synthèse d'anticorps anti-toxines, capables de bloquer leur activité toxique.
- Elles ont une activité toxique bien supérieure à tous les poisons chimiques et végétaux connus.

Toxine	Microorganismes	Support génétique
toxine tétanique	<i>Clostridium tetani</i>	plasmide
toxine botulique	<i>Clostridium botulinum</i>	phage
toxine diphtérique	<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	phage
toxine de Shiga ^c	<i>Shigella dysenteriae</i>	chromosome
vérotoxine	<i>Shigella</i> spp. <i>Escherichia coli</i> (EHEC ^a)	phage
toxine cholérique ^c	<i>Vibrio cholerae</i>	chromosome

4) Comparaison endotoxine et exotoxine

	Endotoxine	Exotoxine
Bactéries responsables	Uniquement Gram négatif	Gram positif et négatif
Localisation	Membrane externe de la bactérie	Extracellulaire (plutôt Gram positif) Intracellulaire (plutôt Gram négatif)
Nature biochimique	Lipidique et polysaccharidique	Peptidique ou protéique
Dose pour être active	Forte	Faible
Effets toxiques	Non spécifiques, choc toxique	Spécifiques, très variés selon les germes
Propriétés immunologiques	Faiblement immunogène, réaction non spécifique et spécifique	Fortement immunogène, réaction spécifique
Utilisation comme vaccin	Très peu	Depuis longtemps nombreuses applications
Traitement par sérothérapie	Non, peut-être dans l'avenir	Oui
Multiplication cellulaire nécessaire	Oui	Non
Instabilité (thermique, sensibilité aux solvants...)	Non	Oui

Les neurotoxines

➤ *Toxine tétanique*

Lorsqu'une plaie est souillée par des spores de *Clostridium tetani*, ces spores germent dès qu'elles sont en anaérobiose et produisent de la toxine. Cette toxine diffuse le long des neurones en sens inverse du potentiel d'action et bloque la libération de certains neurotransmetteurs au niveau de fibres inhibitrices de la moelle épinière, produisant une paralysie spastique (crispée).

➤ *Toxine botulinique*

Lorsqu'une boîte de conserve contaminée par des spores de *Clostridium botulinum* est mal«. stérilisée, ces spores germent et produisent la toxine dans la boîte. Lors de l'ingestion de l'aliment contaminé, la toxine passe dans le sang et bloque la libération d'acétylcholine au niveau des synapses, ce qui provoque une paralysie.

Les Mycotoxines

Les mycotoxines sont des substances chimiques issues du métabolisme secondaire d'un certain nombre de moisissures appartenant aux genres *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria* et *Fusarium*.

□ Leurs caractéristiques chimiques leur confèrent une grande stabilité à l'origine de leur transfert dans la chaîne alimentaire de l'homme.

□ Les mycotoxines posent un problème de santé publique en raison de leur toxicité chronique (effets cancérogènes, mutagènes, tératogènes, néphrotoxiques, oestrogéniques, immunosuppresseurs) liée à une ingestion répétée de faibles doses

Mycotoxine	Moisissure	Denrée contaminée
Aflatoxines : B1 B2 G1 G2	<i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus parasiticus</i>	Graines d'arachide, maïs, blé, céréales, amandes, noix, pistaches, figues, dattes, cacao, café, manioc
Aflatoxine M1		Lait, produits laitiers sauf beurre
Ochratoxine A	<i>Aspergillus</i> <i>Penicillium verrucosum</i>	Céréales (blé, maïs, orge, riz, seigle, avoine), noix, poivre, fruits secs, abats d'animaux, jus de raisin, bière
Zéaralénone	<i>Fusarium</i>	Céréales : maïs, blé, sorgho
Trichothécènes	<i>Fusarium</i>	Céréales : blé, maïs, orge ; riz
Fumonisine : B1	<i>Fusarium moniliforme</i>	Maïs
Patuline	<i>Aspergillus</i> <i>Penicillium expansum</i>	Cidre, ensilage, jus de pomme

Tableau : Les principales moisissures contaminant les céréales et les autres denrées alimentaires

Principales mycotoxines

Les aflatoxines

1. **Les aflatoxines constituent un groupe de dix-huit composés dont quatre sont les formes les plus couramment rencontrées dans les aliments.**
2. Les aflatoxines sont produites sous les climats tropicaux et subtropicaux dans des conditions de post-récolte défectueuses caractérisées par une humidité et une température élevées.
3. Elles sont métabolisées, chez l'animal au niveau du foie puis éliminées sous forme de composés sulfo et glucuronoconjugués par voie urinaire ou par le lait.

1. L'aflatoxine B1 est absorbée par le bétail avec l'aliment contaminé puis métabolisée en un dérivé, aflatoxine M1 qui est excrétée par le lait.
2. La toxicité est chronique, à effets tératogènes et cancérigènes, liée à l'ingestion régulière et itérative d'aflatoxines présentes dans les aliments

Les ochratoxines

1. **Les ochratoxines sont les mycotoxines les plus fréquemment rencontrées sur le continent américain et en Europe occidentale.**
2. Neufs composés ont été décrits, seule l'ochratoxine A représente un risque de toxicité notamment pour le rein.
3. L'ochratoxine A est un contaminant fréquent des céréales, du café, des noix, du poivre, des fruits secs, du jus de raisins, de la bière et des abats des animaux .
4. C'est la plus toxique des mycotoxines.
5. Des effets sont observés pour de faibles doses de l'ordre de 2 ppm. On leur reconnaît un pouvoir immunosuppresseur, génotoxique et cancérigène

La zéaralénone

1. La zéaralénone est produite par divers *Fusarium*. C'est un contaminant des céréales : maïs, blé, sorgho.
2. Elle pose des problèmes dans les élevages de porcs où, si elle est présente dans l'aliment.

Les trichothécènes

Les trichothécènes synthétisés par les moisissures du genre *Fusarium*. *La contamination et leur développement a lieu au champ sur les épis de céréales (blé, orge, avoine) et sur le maïs.*

Les fumonisines

Elles ont été découvertes à partir de cultures de *Fusarium moniliforme* . *C'est un contaminant du maïs. La fumonisine B1 provoque des oedèmes pulmonaires chez le porc. Etant peu absorbée, les quantités de résidus trouvées dans les denrées alimentaires d'origine animale sont faibles. Le principal problème est posé par la contamination éventuelle de l'aliment destiné aux animaux.*

La patuline

La patuline est un contaminant fréquent des pommes abîmées et stockées ainsi que des ensilages (maïs, pulpe de betterave). Elle est synthétisée par des moisissures de stockage du genre *Aspergillus* et *Penicillium*, en particulier *P. expansum*

Contamination de la chaîne alimentaire de l'homme

➤ L'entrée des mycotoxines dans l'alimentation humaine s'effectue soit directement par la consommation de denrées végétales contaminées, soit indirectement par des produits dérivés à partir desquels sont élaborés les produits finis, par exemple la farine de céréales.

➤ Les mycotoxines peuvent également se transmettre dans la chaîne alimentaire de l'homme par l'ingestion de denrées d'origine animale (laits, produits laitiers, abats, charcuterie...) si l'animal a été nourri avec des végétaux eux-mêmes contaminés, c'est le cas de l'aflatoxine B1 et de l'ochratoxine A.

Si la ration alimentaire d'une vache laitière est enrichie en tourteaux de maïs ou d'arachide pollués par de l'aflatoxine B1, le lait produit contiendra de l'aflatoxine M1.

Exercice

- L'Agence Régionale de la Santé (ARS) a déclenché une enquête préventive. En décembre, trois personnes âgées atteintes de lourdes pathologies ont trouvé la mort à l'hôpital . Des traces de salmonelle ont été retrouvées dans leur sang.

- Deux autres malades sont atteints mais en cours de guérison.

- La salmonellose est une infection bactérienne. Elle se transmet par des produits contaminés crus, ou peu cuits. Le lait, la viande ou les œufs en sont les principaux vecteurs. Chez les personnes fragiles, la présence de « salmonella » peut entraîner de graves complications, et parfois la mort.

- Les salmonelloses à *Salmonella typhi* et *Salmonella paratyphi* sont regroupées sous le nom de « fièvres typhoïdes ».
- Les germes sont ingérés, se multiplient dans l'intestin, traversent la barrière intestinale et gagnent les ganglions lymphatiques mésentériques qu'ils colonisent et, de là, passent dans le sang.
- A ce niveau, ils élaborent une toxine irritant le système nerveux. Tout ceci se matérialise par un état de septicémie, des vomissements, des diarrhées, des atteintes du tractus digestif (perforation, hémorragies) et un état de prostration particulier, « le typhos ».

Questions

1. Nommer le germe responsable de la mort de trois personnes âgées à l'hôpital
2. Expliquer le rôle de l'ARS.
3. Indiquer les modes de contamination possibles.
4. Préciser s'il s'agit d'une TIAC et justifier en donnant sa définition.
5. Proposer des mesures préventives pour éviter les contaminations en restauration hospitalière