

Chapitre 7 : Substances naturelles endogènes et exogènes nocives des aliments

Les aliments peuvent contenir outre les nutriments (protéines, glucides, lipides, sels minéraux, vitamines) et l'eau, des substances antinutritives ou toxiques. Ces substances peuvent être d'origine endogène (substances entrant naturellement dans la constitution de l'aliment) ou d'origine exogène (composés provenant de l'activité des microorganismes se développant sur l'aliment).

7.1. Substances naturelles endogènes des aliments

Ces substances peuvent être antinutritives, toxiques ou même cancérigène.

1- Substances antinutritives

Elles induisent des effets négatifs sur l'état de nutrition de l'homme. Elles peuvent être classées en trois grands groupes :

- Les substances antiprotéogénétiques (ou antiprotéolytiques)
- Les substances antiminéralisantes
- Les substances antivitamines

1-1 substances antiprotéogénétiques : Ces substances freinent l'activité des enzymes protéolytiques, diminuent l'absorption de certains acides aminés, réduisent l'utilisation anabolique de composés azotés de la ration, augmentent les besoins de l'organisme de certains acides aminés. Ces substances diminuent l'utilisation, l'absorption et le métabolisme des protéines. A titre d'exemple nous avons :

a- Antitrypsines (enzyme protéolytique du pancréas) d'origine végétale

Les légumineuses sont deux à trois fois plus riches en protéines que les céréales, et sont considérées comme une source des besoins azotés en l'absence des protéines d'origine animale. Mais elles sont cependant limitantes par leur teneur en acides aminés soufrés et contiennent des substances antinutritives qui conditionnent la valeur biologique réelle des protéines. Le trypsine-inhibiteur donne avec l'enzyme un composé stable (réaction irréversible) qui ne se dissocie qu'en milieu fortement acide. Le trypsine-inhibiteur stimule la sécrétion exocrine (sécrétion au niveau de la surface de la peau) du pancréas qui provoque une forte hypertrophie. L'inhibiteur de la trypsine se trouve dans le soja, les haricots, les petits pois, les lentilles et les cacahuètes.

1-2 Substances antiminéralisantes gênent l'utilisation digestive/ métabolique des minéraux.

a/ Substances antithyroïdiennes : La carence en iode entraîne une diminution de l'élaboration des hormones thyroïdiennes, et par conséquent, un défreinage hypophysaire (hypophyse : petite glande à la base du cerveau, qui stimule la thyroïde conduisant à une augmentation de son volume).

L'activité antithyroïdienne de certains aliments est due à l'interférence de certains composés avec l'utilisation de l'iode. Les ions thiocyanates et isothiocyanates entrent en compétition avec l'ion iodure au niveau du métabolisme d'entrée dans la cellule.

Les isothiocyanates et les thiocyanates sont les produits majeurs de l'hydrolyse enzymatique des thioglucoside. Ces composés se trouvant dans la moutarde, le chou et les plantes crucifères (graines utilisées pour l'extraction de l'huile de colza) ont une activité goitrigène connue.

Les polyphénols forment avec l'iode des composés stables et gêne la production d'hormone thyroïdienne. L'apport supplémentaire d'iode peut réactiver la production hormonale.

1.3. Substances inactivant ou augmentant le besoin en vitamines

Ce sont des substances organiques capables de décomposer certaines vitamines ou de former avec elles des complexes résistants.

Exp. - Acide ascorbique oxydase

L'ascorbate se trouve dans de nombreux végétaux (chou, laitue, courgette, concombre, melons, carotte, pommes, tomates et petit pois), les légumes et fruits riches en ascorbate sont pauvres en vitamine C. En présence d'oxygène, cette enzyme, catalyse l'oxydation de l'acide ascorbique en acide déhydroascorbique. Son activité est inhibée rapidement par la température.

1-3 Substances à activité polyvalente

a- Les tanins

Parmi les composés polyphénoliques des aliments (fruits et légumes, cacao, banane, fève, sorgho), les tanins constituent un groupe caractérisé par leur faculté à se combiner aux protéines (tannage des peaux), qui se manifeste au point de vue sensorielle par un goût astringent. La présence de ces polyphénols dans les aliments est responsable de **l'abaissement de leur valeur biologique, et l'augmentation de l'excrétion fécale d'azote.**

- **Les tanins ont l'aptitude à complexer les ions di et trivalents.** L'ingestion de thé diminue la disponibilité du fer des aliments.
- les tanins de thé **détruisent la** vitamine B1, et les réserves hépatiques de la vitamine A sont diminuées. L'acide tannique se combine à la vitamine B12 et diminue ainsi sa disponibilité.

b- Les fibres

Les fibres englobent divers constituants hydrocarbonés des aliments de structure polymérique, présent surtout dans les végétaux. Ces composés ne sont pas dégradés par les enzymes digestives, et sans valeurs nutritives. Seules certaines bactéries présentes dans le tube digestif des animaux polygastriques peuvent les dégrader. Parmi les constituants des fibres on retrouve les celluloses, les pectines et les lignines.

Les effets indésirables des fibres se manifestent surtout par une diminution de la disponibilité digestive des minéraux, et une perte des protéines et des graisses.

2- Substances toxiques

a- Les solanines

La solanine est un glucoalcaloïde présent dans les pommes de terre, à des concentrations faibles (50mg./Kg), dans certaines conditions (infection parasitaire, exposition du tubercule à la lumière) cette concentration est multipliée par 5.

La solanine est un inhibiteur de la cholinestérase, et a également un effet tératogène.

3- Les cancérigènes des aliments

Safrol : C'est un constituant majeur du safran, est un liquide huileux, à odeur caractéristique, peut se trouver également dans certains épices tels que la noix de muscade et la cannelle. Le safrol a été utilisé comme additif des boissons, est actuellement interdit en raison de ces effets cancérigènes.

7.2. Substances naturelles exogènes nocives des aliments

1- Toxicité des champignons

Parmi les milliers d'espèces fongiques saprophytes répertoriées dans les denrées alimentaires, environ une centaine présentent une fréquence et une abondance significative en alimentation. Selon la nature et l'origine des denrées, et surtout selon les conditions de conservation (humidité, température, aération, durée, ...), un groupe fongique ou un autre se développera.

La mycoflore se développant spontanément dans les aliments comporte souvent des risques graves. Il en résulte que de nombreux secteurs d'activités techniques, économiques et hygiéniques, sont concernés par les problèmes liés aux moisissures et aux mycotoxines.

La reconnaissance des mycotoxines est récente. En 1960, des élevages industriels de volailles de la région de Londres furent décimés ("turkey X disease" ou maladie de la dinde) à la suite de la consommation de tourteaux d'arachide en provenance du Brésil. Un an plus tard, la relation est faite entre cette intoxication et la présence d'*Aspergillus flavus* et on isole la première aflatoxine qui se révèle être la substance la plus cancérigène que l'on connaisse.

Les mycotoxines, métabolites secondaires de faible poids moléculaire, sont fixées au niveau des spores ou excrétées dans le milieu contaminé (aliments, eau). Elles ont alors une toxicité potentielle ou réelle pour les hommes et les animaux par ingestion, inhalation, ou plus rarement par contact. Adsorbées sur des particules organiques ou les poussières, les mycotoxines inhalées sont en partie soluble dans l'eau pulmonaire des alvéoles et passent dans la circulation, entraînant des troubles généraux respiratoires et/ou spécifiques d'organes (milieux professionnels industriels et agricoles). La voie d'exposition essentielle est la voie digestive.

1-1 Facteurs favorisant la contamination des aliments

Le développement des moisissures sur les denrées alimentaires peut conduire, non seulement, à une dépréciation de leur valeur nutritionnelle et une altération de leurs caractères organoleptiques, mais aussi à des risques pour le consommateur (animal ou homme) et le manipulateur : mycoses (*Aspergillus fumigatus*), allergies (foin moisi), mycotoxicoses.

Les situations dans lesquelles les mycotoxines peuvent être rencontrées sont très diverses : processus de fermentation, de transformation, d'affinage, de stockage de denrées alimentaires, concentration de certaines mycotoxines dans la chaîne alimentaire, ...

Le développement ultérieur de tel ou tel groupe mycologique est étroitement dépendant des conditions de l'environnement. Le nombre de ces facteurs et de leurs interactions est considérable ; on peut sommairement les classer en facteurs **physico-chimiques** (aw de l'aliment le plus souvent supérieure à 0,65, température, présence d'O₂) et **biologiques** (les mycotoxines sont produites par plus de 360 espèces de champignons, appartenant essentiellement aux genres *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Alternaria*. D'autres genres renferment aussi des espèces toxigènes : *Stachybotrys*, *Trichoderma*, *Trichothecium*, *Cladosporium*, *Claviceps*, ...)

Chaque espèce fongique manifeste une préférence et une tolérance particulière vis-à-vis des facteurs physico-chimiques évoqués précédemment. Sa dissémination dépend de son potentiel infectieux, notamment de l'intensité de la sporulation et de la longévité des spores ; cette dissémination s'effectue préférentiellement par l'air (xérospores des *Aspergillus*, *Penicillium*, ...) ou par l'eau (myxospores). Les champignons ont un remarquable **pouvoir d'adaptation** et un changement dans un procédé technologique peut entraîner une modification qualitative et quantitative de la mycoflore.

1-2 Effets toxiques des mycotoxines

Il peut y avoir un effet spécifique toxique des mycotoxines sur un organe donné, mais la plupart provoquent des lésions graves d'un seul tissu ou de plusieurs tissus et ont des effets secondaires sur d'autres tissus.

Les effets toxiques des mycotoxines sont classées en trois catégories : la mutagénicité, la tératogénicité et la cancérigénicité

Champignons	Mycotoxines	Mutagénicité	Tératogénicité	Cancérigénicité
<i>A. Flavus</i>	Aflatoxine	+	+	+
<i>P urticae</i>	Patuline	+		
<i>P rubrum</i>	Rubratoxine	+	+	
<i>P divers</i>	Ac pénicillique Ac mycophénolique	+		

2- Etude toxicologique des aflatoxines

Les céréales constituent un milieu favorable à la croissance des champignons et à la production de mycotoxines, le blé, le maïs l'orge, et l'avoine peuvent être contaminés par ces champignons et leur toxine.

Les aflatoxines sont produites par une moisissure (*Aspergillus flavus*), se trouvant essentiellement dans les céréales (blé).

2-1. Métabolisme et excrétion

Dans le but de les rendre plus hydrosolubles et donc facilement éliminable, les aflatoxines sont métabolisées par les enzymes microsomales (hydroxylation), puis subissent une conjugaison avec les acides glucuronique et sulfurique.

Au cours de ce métabolisme des métabolites hautement réactifs peuvent apparaître, et réagir avec l'ADN, l'ARN et certaines protéines, conduisant l'installation d'un processus cancéreux. L'excrétion se fait essentiellement dans la bile, les urines, le lait ou l'air expiré.

Lorsque les aflatoxines sont absorbées par voie orale, le foie est l'organe de stockage.

2-2. Mécanisme d'action des aflatoxines

La liaison covalente des produits du métabolisme, avec des sites des acides nucléiques est l'étape déterminante des effets cancérogènes des aflatoxines.

L'AFB1 diminue la synthèse de l'ADN et de l'ARN et inhibe la consommation d'O₂ par les mitochondries. La synthèse des lipides est perturbée voir bloquée.

Après ingestion de l'aflatoxine à des doses élevée, on constate des zones hépatiques nécrosés et hémorragiques. L'intoxication par des aflatoxines est caractérisée par de la fièvre, des convulsions, des troubles de réflexes, les signes biologiques sont : hypoglycémie, une hypertrophie du foie, dégénérescence lipidique du foie et des reins et des oedèmes cérébrales.

L'aflatoxine B1 à la dose de 13.5mg/kg provoque la mort des animaux avec infiltration lipidique du foie et des reins.

Des études épidémiologiques ont apporté une importante contribution sur les relations qui existe entre le niveau de contamination des aliments et la fréquence des cancers du foie.