الباب الثانى

أخطار المواد الحافظة وطرق الحفظ
ومضافات الطعام على صحة الإنسان

الفصل الأول

أخطار استخدام المواد الحافظة فى منتجات اللحوم (البسطرمة - اللانشون - السجق .....)

النترات والنيتريت وصحة الإنسان:

قد تصل مركبات النترات إلى الإنسان عن طريق مياه الشرب. والأغذية النباتية الطازجة، وبعض الأغذية المعلبة، وبعض أنواع اللحوم الملحة والمحفوظة. ويضاف بعض من مركبات النترات إلى الغذاء فى صورة نترات صوديوم لحفظه على اعتبار أن هذه المركبات مضادة للميكروبات.

وأيون النترات أيون ثابت ولذا فنشاطه الكيميائى محدود أما أيون النيتريت فهو غير ثابت ونشاطه الكيميائى واضح. ويعتقد أن بعض البكتريا الموجودة فى تجويف فم الإنسان تحول جزءا من النترات الموجودة فى الغذاء أو مياه الشرب إلى النيتريت، بالإضافة إلى أن النيتريت يصل إلى الجسم مع المواد الغذائية المحفوظة والمعلبات. بينما يتم هذا التحول داخل أنسجة النبات بفعل أنزيم يسمى «أنزيم مختزل النترات» Nitrate reductase ولا يوجد هذا الأنزيم فى الإنسان أو الحيوان[1].

١ تأثير النيتريت:

يؤثر أيون النيتريت فى الدم مباشرة حيث يغير من طبيعته ويمنعه من القيام بوظيفته الرئيسية الخاصة بنقل الأوكسجين من الرئتين إلى جميع خلايا الجسم وهو ما يطلق عليه تسمم الجسم وهى حالة خطيرة تؤدى إلى موت الخلايا وبالتالى موت

---

(١) أنزيم مختزل النترات: يوجد هذا الأنزيم فى أنسجة النبات ولا يوجد فى أنسجة الإنسان أو الحيوان ولكن هناك أنواع معينة من البكتيريا الموجودة فى الجهاز الهضمى للإنسان تفرز هذا الأنزيم.

الكائـن الحى. ومن المعتقد أن أيون النيتريت يقوم بتعطيل عمل بعض الأنزيمات التى تختـزل الحديد فى هيموجلوبين الـدم (من حالته الثلاثيـة إلى ثنائية التكافؤ) علما بـأن الهيموجلوبين يعمل بطريقة طبيعية عندما يكون الحديد ثنائى التكافؤ (يحتوى جزء الهيم من هيموجلوبين الدم على حديد ثنائى التكافؤ) ويطلق على الهيموجلوبين المحتوى على ذرة حديد ثلاثية التكافؤ اسم ميثموجلوبين. ولا يوجد هذا النوع فى دم الإنسان السليم إلا بكمية ضئيلة.

النترات واللحوم:

تسـتخدم أملاح النـترات فى حفظ اللحوم (البسـطرمة، السـجق، واللانشـون) والأسمـاك. ويرجع التأثـير الحافظ إلى أمـلاح النيتريت الصاحبة للنـترات أو التى تتكـون من النـترات أثناء إعداد وتخزيـن اللحوم، ومن المعـروف الآن أن العديد من الأحيـاء الدقيقة لها القـدرة على تحويل النترات إلى نيتريـت. وتضاف هذه الأملاح فـى صورة خليط من ملح الطعـام وأملاح النترات. والمعـروف أن أملاح النترات قليلة السمية، ولا تكفى الكميات التى تضاف لمنتجات اللحوم لإحداث تسمم، وهذا لا يعنى أن إضافتها لا تسـبب مشاكل، ولكن المشـاكل تبدأ عندما تتحول النترات إلى نيتريت بفعل الأحياء الدقيقة، وأن التحول يحدث بدون تحكم بالإضافة إلى إمكان حدوثه أيضا داخل جسم الإنسان بفعل الأحياء الدقيقة التى تعيش «طبيعيا» فى الجهاز الهضمى.

وقد أثبتت الأبحاث أن معظم اللحوم المصنعة تحتوى على نسب أعلى من النترات مما هـو مصرح به، ولعدم وجود مواصفات محددة لهـذا الملح، والذى يحتوى على كميـات متفاوتة من النترات التى يمكن أن تتحول إلى كميات لا يمكن التحكم فيها من النيتريت.

وقـد يتفاعل النيتريت مع الأمينات الثنائية التى تتواجد طبيعيا فى اللحوم وفى مشـتقات التوابل المضافة، وتتكون مركبات تعرف باسـم «النيتروزواميناتس»، وهى مركبات لا تتجاوز فى مقدارها ٠.٨٪ وتؤدى إلى حدوث أمراض السـرطان.

التفاعل بين أيون النيتريت وهيموجلوبين الدم يتم على خطوتين:

الأولى: بتكويـن مركـب معقـد مـن الهيموجلوبـين الحامـل للأوكسـجين وأيون النيتريت.

الثانيـــة : انحلال هـــذا المركـــب إلى ميثموجلوبين وأيون النترات وبذلك يســـتهلك الأوكســـجين الذى يحمله هيموجلوبين الدم بواسطة أيون النيتريت حيث يتحول مرة أخرى إلى أيون النترات.

وتظهر أعراض التســـمم عندما تصل نسبة الميثموجلوبين إلى أكثر من ١٠٪ من الوزن الكلى للهيموجلوبين، فى صورة اضطرابات فى النبض وفى التنفس وارتفاع ضغط الدم وبعض أمراض الحساسية وتحدث الوفاة عندما تصل إلى نحو ٧٠٪.

٢ تأثير النيتروزوامينات:

هنـــاك اعتقاد بـــأن أيون النيتريت يتحد مـــع بعض المركبات الموجودة فى أجســـام الكائنات الحية (الأمينات الثانوية) أو يتفاعل مع بعض المركبات الأخرى الناتجة من تحلل أنواع من المبيدات ســـواء فى التربة أم مياه الشـــرب أم النبات أم الحيوان وتنتج مركبـــات النيتروزامين. وهى مواد قد تكون ضمن الأســـباب المؤدية إلى الإصابة بمرض الســـرطان. حيث أوضحت التجارب على حيوانات المعمل أن هذه المركبات تســـبب أوراما فى المرىء والمعدة والبنكرياس والكبد والرئتين. وقد تتكون مركبات النيتروزامين فى بعض أنواع الأغذية المحفوظة والمعلبة التى تضاف إليها مركبات النترات والنيتريت كمـــا توجد فـــى بعض أنواع الجبن وفى بعض المشـــروبات. والخطر يأتـــى أيضا عندما يتحول النيتريت فى المعدة إلى حمض النيتروز الذى يســـير مع الدم إلى الخلايا ليدمر القواعد النيتروجينية المكونة للأحماض النووية مثل DNA مما يحدث تغيرات جينية وطفرات مرضية وهو ما يؤدى إلى الإصابة بالسرطان.

الفصل الثانى

حفظ اللحوم بطريقة التدخين وتأثيرها على صحة الإنسان

استخدام سوائل التدخين لحفظ المنتجات:

يرجع استخدام سوائل التدخين لحفظ المنتجات الحيوانية للأسباب الآتية:

١ – تستخدم سوائل التدخين كمادة مضادة للأكسدة «Antioxidant» على مستوى ٠,٢ – ٢٪ من المنتج المدخن به.

٢ – يعمل كمادة تساعد فى إطالة مدة الحفظ للمنتج حيث التأثير المثبط والقاتل للكائنات الحية الدقيقة (Bacteriostatic and Bactericidal).

٣ – يمد بالنكهة واللون المرغوبين ويمكن الاكتفاء بذلك والحفظ بالتبريد كما فى بعض الدول.

٤ – المستويات المنخفضة منه تعادل المستحضرات التجارية المضادة للأكسدة (BHt, BHA) فى تقليل التزنخ.

٥ – يمكن دمجه مع البولى فوسفات ثم يستخدم كعامل منكه[1] فى المفرومات.

٦ – يستخدم فى محاليل التلوين للحوم والأسماك بالتركيبة التالية:

٤٠ – ٩٠٪ سائل التدخين.

١ – ٣٠٪ كمرامل.

٠,١ – ١٠٪ أناتو.

ثم التغليف والطبخ.

طرق الاستخدام

١ - طريقة الرش على هيئة رذاذ «Spraying»:

يتم فيها تجهيز اللحم أو السمك أو منتجاتهما مثل السجق والفيليهات وغيرها

---

(١) عامل منكه: مواد تعطى رائحة وطعما مميزين (نكهة).

وتوضع في غرفة صغيرة محكمة درجة حرارة الهواء بها ٨٠°م ويتم رش السائل (aerosol) على المنتج ويترك لمدة ٢ – ٣ دقائق ثم تعاد الكرة مرة أخرى وهكذا عشرين مرة على الأقل حتى ظهور اللون الذهبي المميز ثم التبريد على درجة حرارة الغرفة العادية ثم التعبئة.

٢ - طريقة النقع: (Dipping):

وفيها يتم تجهيز المنتج لعملية التدخين بالنقع في محلول سائل التدخين (الساخن لدرجة حرارة معينة) لمدة ثوان وينزع وتكرر هذه العملية حتى ظهور اللون وتفضل هذه الطريقة في تدخين السجقات «Sausages» والفيليه «Fillet».

٣ - يمكن استخدام سائل التدخين (في التدخين الساخن)

عن طريق ضخ السائل من خلال أنبوبة إلى حجرة التدخين على هيئة فيلم دقيق جدا من السائل والذي بدوره يتحول في ظل درجة الحرارة إلى دخان.

٤ - التقطير الإتلافي

التقطير الإتلافي (الجاف) للخشب ويتم ذلك بوضع الخشب المعامل في براميل خاصة ثم يتم وضع الخل في براميل وتترك ليترسب القطران ثم ينزح الخل ويخفف بإضافة ثلثه ماء، ثم يضاف له كمية من الملح. وبعد ذلك تضاف الكمية المناسبة من السمك وتغمس فيه لعدة ساعات ثم تجفف بعد ذلك (في هذه الطريقة يجب معرفة تركيز الخل ودرجة حرارة المحلول ومدة النقع).

٥ طريقة الحقن «Injection»:

حيث يتم حقن السائل المدخن مباشرة في المنتج.

٦ - التدخين غير المباشر بسوائل التدخين

وفيها يتم تدخين بعض المواد مثل النشا والتوابل والملح والسكر وغيرها، ثم تؤخذ وتضاف للخلطة كمكونات أساسية كما في صناعة السجق المدخن بهذه الطريقة.

٧ الخلط المباشر «direct mix»:

وفيها يتم إضافة نسبة من سائل التدخين مباشرة إلى الخلطة الخاصة بالمنتج على أساس الوزن الكلي للمنتج.

سوائل التدخين

تعرف سوائل التدخين بأنها عبارة عن مكونات الدخان المرغوبة المذابة فى الماء أو المزيت أو مستخلصاته فى المذيبات العضوية أو مكونات الدخان التى تذوب فى بخار الماء الناتج من رطوبة الخشب أثناء الحرق والمتكثفة والمعاملة ببعض المعاملات الخاصة والمخففة بالماء (سوائل التدخين) أما مركزات الدخان فهى الدخان نفسه.

التركيب الكيماوى لسوائل التدخين

يختلف التركيب الكيماوى ودرجة الجودة لسوائل التدخين طبقا لعوامل عديدة منها طريقة الإنتاج - خطوات التجهيز - حجم جزيئات ونوع الخشب المستخدم - المحتوى الرطوبى للخشب - درجة حرارة توليد الدخان ونسبة الأكسجين المتاحة أثناء الحرق وغيرها.

وتعتبر الفينولات والكربونيلات والأحماض العضوية هى المكونات الرئيسية المسئولة عن جودة الدخان وسوائل التدخين. ويختلف تركيب سوائل التدخين التجارية المختلفة كما يتضح من الجدول الآتى:

المكونات	النسبة المئوية (٪)
الرطوبة (moisture)	١١ - ٩٢
الفينولات (phenols)	٠.٢ - ٢.٩
الكربونيلات (carbonyls)	٢.٦ - ٤.٦
الأحماض (Acids)	٢.٨ - ٩.٥
القطران (Tar)	١ - ١٧

تمتاز المنتجات المدخنة بنكهة (طعم ورائحة) خاصة مرغوبة خاصة اللحوم والأسماك ومنتجاتها.

تتفاعل مكونات الدخان مع مكونات اللحم وتتكون مركبات جيدة ذات نكهة مرغوبة، ومن المواد المؤثرة على النكهة التدخينية هى الألدهيدات - الكيتونات - الفينولات - الأحماض العضوية - بعض المركبات المتعادلة (الإثيرات - الكحولات - الصموغ).

تمتاز اللحوم المدخنة بلون أحمر بنى مرغوب على السطح وأحمر كريزى فى الداخل ولمعة خاصة على السطح، كما تمتاز الأسماك بلون ذهبى ولمعة خاصة على السطح ولون يميل إلى البنية فى الداخل.

من المواد المسئولة (فى دخان الخشب الناتج) عن التلوين:

- الفينولات (لونها بنى)
- الكربوهيدرات المتكرملة (لون بنى محمر)
- المواد المتعادلة مثل الحموغ (وهى ذات ألوان مختلفة منها البرتقالى - الأحمر - الأصفر الذهبى).

اللمعة المتكونة على سطح اللحم والسمك المدخن تعزى إلى:

- تكثيف الألدهيدات أو الفينولات مع بعضها مكونة صموغاً فينولية فورمالدهيدية مكسبة للمعة الذهبية.
- تفاعل الفينولات مع الدهن الموجود على سطح اللحم أو السمك أو تفاعل الألدهيدات مع الدهن أو تفاعل مانعات الأكسدة وغيرها.

الدخان الكثيف جدا يعطى لونا داكنا غير مرغوب فيه والدخان الخفيف جدا يعطى لونا شاحبا غير مرغوب فيه، أما المتوسط فيعطى اللون المرغوب.

الحرق غير الكامل لنشارة الخشب والذى يطلق عليه (تشييط بدون لهب) يعطى دخانا غنيا بالمكونات الهامة المطلوبة للتدخين، أما الحرق الكامل فيؤدى إلى أكسدة المكونات أكسدة كاملة إلى ثانى أكسيد الكربون، الأيدروجين أو يكون الدخان قليل القيمة فى التدخين.

الأخشاب الصلبة Hard wood أو نشارتها Sawdust بناؤها متماسك، ومنضغط، ونفاذ الأكسجين فيها بطىء، وبالتالى الأكسدة غير كاملة، وتعطى دخانا أفضل لعملية التدخين (كما فى حالة الأرو Oak والزان beech وغيرها) ولذلك فهى أفضل كثيرا من الأخشاب الرخوة Soft wood التى تتميز بتركيب مفكك فيسهل نفاذ الأكسجين وتصبح فرصة الأكسدة الكاملة موجودة وبالتالى الدخان الناتج قليل القيمة.

أفضل رطوبة فى الخشب المستخدم لإنتاج الدخان هى ٢٠٪ ولذلك يتم تجفيف أو ترطيب الخشب المستخدم فى هذا الغرض. وأفضل سرعة لمرور تيار الهواء فى مجال الحرق هى ٢٢م تقريبا فى الساعة (عند وجود منظمات لتيار الهواء - مراوح).

كما أن أفضل درجة حرارة لحرق نشارة الخشب الصلب المحتوى ٢٠٪ رطوبة مع وجود كمية ضعيفة من الأكسجين للحصول على دخان ذى مواصفات عالية الجودة من الركبات المؤثرة المرغوبة (الفينول - الكربونيل - الأحماض) هى درجة حرارة ٣٥٠°م ولا تزيد عن ذلك بصورة كبيرة للحفاظ على جودة الدخان المطلوبة لعملية التدخين.

خطورة المنتجات المدخنة من اللحوم والأسماك:

يعتبر التدخين للمنتجات الحيوانية مصدرًا هامًا من مصادر التلوث شديد الخطورة على الصحة العامة، بالرغم من بعض النواحى الإيجابية مثل:

- المساعدة فى حفظ المنتجات الغذائية.
- إكسابها الطعم والرائحة المرغوبة.
- اللون المرغوب للأسماك واللحوم المدخنة.

وللأسف هناك خطورة للأشكال السلبية للدخان المستخدم فى تدخين اللحوم والأسماك ومنتجاتها وخاصة فيما يتعلق بصحة الإنسان.

ويجب الأخذ فى الاعتبار أن الأغذية المدخنة يستهلكها الإنسان لأجيال متعاقبة وأنها منتجات محببة لدى كثير من بلدان العالم بالرغم من خطورتها ويجب أن تمنع لدرء مخاطرها.

ومخاطر الصحة المرتبطة بالدخان (الهباب) المواد القطرانية ظهرت منذ زمن بعيد قبل أن تكتشف وتعرف الركبات المسئولة عن هذه المخاطر، وكمثال ظل سرطان الجلد خطرا شاغلا للقائمين بالعمل فى حرق القمامة ولم يعرف السبب الحقيقى حتى عام ١٩٣٠م ثم جاءت الأبحاث واكتشفت أن الركبات الهيدروكربونية العطرية عديدة الحلقات (شكل ٧) «Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (P A H)» المفصولة من الخلفات «By Products» أو نواتج عملية الاحتراق الحرارى كانت مسرطنة لحيوانات التجارب التى تمت عليها.

والمشكلة تكون معقدة عندما نعلم الحقيقة التى تقول إن الـ P A H ليست سما (Toxic) حقيقيا وإنما تحتاج لوقت لظهور الأعراض.

الـ P.A.H نظرية تكوينها أهم مركباتها:

١ – الـ P.A.H مركبات عضوية متكونة من حلقات بنزين[1] متعددة ملتحمة مع بعضها كما يتضح من الشكل المبين ومن أهم خصائصها:

– تكاد تكون عديمة الذوبان فى الماء فمركب الـ «Benz (a) Pyrene» له قابلية ذوبان قدرها ٠,٠٠١٢ ملليجم/ لتر.

– تذوب بشكل جيد فى المذيبات العضوية.

– تزيد قدرتها على الذوبان بفعل العوامل المساعدة (مثل الكافيين) وبالتالى زيادة معدلات الامتصاص فى الجهاز الهضمى وبالتالى زيادة الخطورة من حدوث الأمراض السرطانية.

٢ – تعتبر هذه المركبات (P.A.H) من الملوثات السرطانية الخطرة للأغذية ومن أهمها:

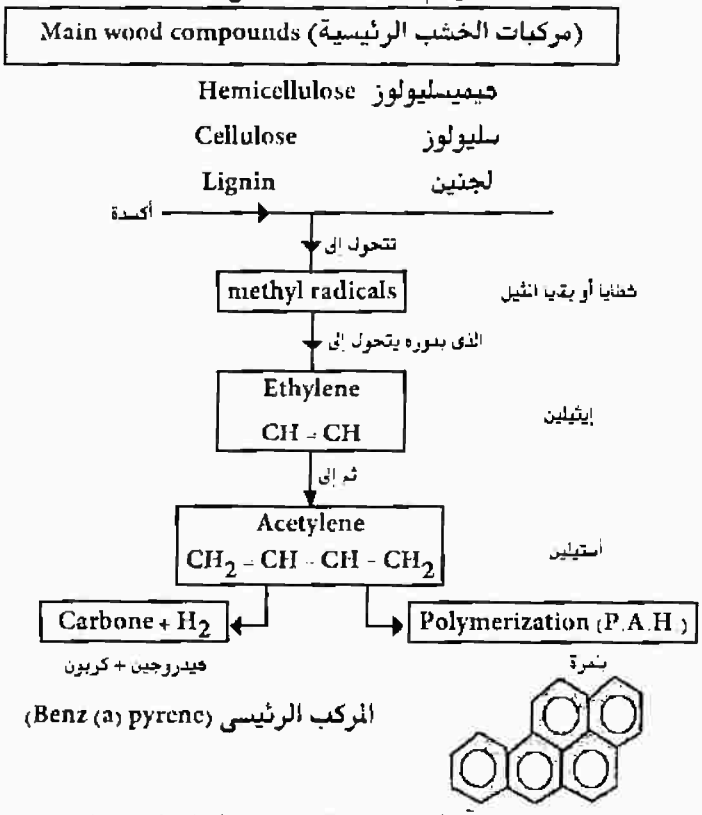
المركب (Compound)	درجة إحداث السرطنة (Degree of carcinogenicity)
7. 12 dimethyl benz (a) anthracene	شديدة للغاية
3. 4 Benz (a) pyrene	مسرطن
Benz (y) anthracene	مسرطن نوعا ما
Pyren	غير مسرطن

إن وجود هذه المركبات فى أغذية الإنسان مؤشر خطير يدل على مدى تلوث البيئة بصفة عامة، (كما أن هذه المركبات تنتج من الحرق غير الكامل لوقود السيارات والقمامة). ولكن لها أهمية خاصة وخطيرة عندما تتواجد فى المنتجات الغذائية المدخنة.

٣ – نظرية تكوين الـ المركبات الهيدروكربونية عديدة الحلقات (P.A.H) بطريقة حرارية قد تم إثباتها عمليًا من خلال التحلل الحرارى «Pyrolysis» للمواد العضوية ولقد تم ذلك على الخشب باعتباره أحد المواد الهيدروكربونية المهمة فى الطبيعة.

(١) حلقات بنزين: هى حلقية أو مقفلة بين ذرات الكربون.

ويعتبر المركب أسيتيلين (Acetylene) هو المفتاح الرئيسى لتكوين المركبات الحلقية وذلك لأن عوامل التأكسد التى تتم فى المناطق الملوثة غير الصحية أو التى يتم فيها هذه العمليات تؤدى إلى تكسير وتحويل مكونات الخشب الرئيسية (هيميسليولوز، سليولوز، لجنين) إلى شظايا أو بقايا مركب المثيل (Methyl radicals) والتى تتحد فيما بينها مكونة الإيثلين (Ethylene) الذى يتحول بدوره إلى الاسيتيلين الذى يتحول إلى كربون وهيدروجين أو يسلك طريق البلمرة (Polymerization) مؤديا إلى تكوين هذه المركبات الخطيرة الهيدروكربونات العطرية عديدة الحلقات Polycyclic Aromatic Hydrocarbons وتتم هذه العملية كمايلى:



شكل (٧): رسم تخطيطى يوضح آلية تكوين الـ PAH من خلال التحلل الحرارى (Pyrolysis).

طرق التدخين أو تكنولوجيا التصنيع وعلاقتها بمستويات الـ (P.A.H)

حرصت الدول المتقدمة على سن التشريعات الخاصة بتحديد الحد الأقصى من كميات ومستويات الـ P A H فى المواد الغذائية، فى التشريع الألمانى الخاص باللحوم المدخنة يجب ألا تزيد الكمية عن جزء فى البليون لكل كيلو جرام واحد من اللحم المدخن (ما يعادل ١ ميكروجرام فى الكيلو الواحد من اللحوم) وذلك من مركب الـ 3. 4 Benz (a) pyrene وهذا المركب هو الجوهر الكشاف لبقية أفراد المجموعة حيث إن زيادة مستوى هذا المركب يدل على الزيادة المضاعفة (من ٥ - ١٠ مرات) لبقية أفراد المجموعة والعكس صحيح.

الفصل الثالث

مضافات الطعام وأخطارها
(Food Additives)

مضافات الطعام: هى مواد غير غذائية تضاف إلى المواد الغذائية لأغراض عديدة، منهـا: امتداد صلاحية المادة الغذائية، والمحافظة على القيمة الغذائية، وإعطاء اللون والرائحة المستحبة. ويوجد حوالى ٢٥٠ - ٣٠٠ مادة مستخدمة لهذا الغرض، ومع أن هـذه المواد مفيدة إلا أن بعضها له أخطار سمية على الصحة، فعلى سبيل المثال وجد أن نيتريت الصوديوم التى تعطى اللون الأحمر لبعض منتجات اللحوم من الممكن أن تسبب مرض السرطان، ولهذا.. فإن لهذه المواد على وجه العموم تأثيرا جانبيا على الصحة والسلوك.

وقد عبر Paracelsus فى عام ١٥٣٨ م فى المخطوط الثالث أن كل مادة لها تركيزات من الصغر؛ بحيث لا يكون لها تأثير ضار، وقال ماذا يمكن أن يتواجد ولا يكون له تأثير سام؟ وكل الأشياء سامة ولا يوجد شىء دون سمية، وأن الكمية هى التى تجعل الأشياء سامة، وأضاف أن المواد تصبح سامة فى تركيزات أعلى من حد معين وغير سامة فى تركيزات أقل من حد معين.

وهناك بعض الملاحظات قبل أن تضاف المادة إلى المواد الغذائية ولجعلها فى حالة الأمان للجسم ولصحة الإنسان منها ما يأتى:

١ - لابد من معرفة اسم المكونات الكيميائية للمادة.

٢ - معرفة طبيعة المادة وخواصها الطبيعية والكمية المتاحة منها حتى لا تعطى تأثيرا ضارا.

٣ - شرح الطريقة التى عن طريقها يمكن قياس كمية المادة فى الطعام.

٤ - شرح التقارير أو الدراسات، التى أجريت لاستخدام المادة وطرق التحكم فى استخدامها فى الصناعة.

وهـذه المعلومات تشـمل معرفة الأضرار السـمية والعوامل التى تـؤدى إلى منعها أو اسـتخدامها كمادة جديدة مضافة للطعام، وهذه تجرى عن طريق استخدامها كغذاء لحيوانات التجارب. حيث إن حيوانات التجارب أكثر فاعلية فى معرفة التأثير الحاد والمزمـن لهذه المواد، ولكن أقل فى معرفة حالة السـرطان التى تحدث على مدى بعيد من استخدام هذه المواد.

ولكـن هناك بعض المشـاكل فى اسـتخدام حيوانـات التجارب لدراسـة أو معرفة خطورة هذه المواد فمثلا:

١ – الاختلاف فى امتصاص وتوزيع وإخراج هذه المواد بين الإنسان والحيوان.

٢ – تحدث بعض الأعراض السـمية فى الإنسـان، مثل: الصداع والاكتئاب وفقدان الشهية لا نستطيع تمييزها فى الحيوانات.

٣ – اسـتخدام عدد كبير من حيوانات التجارب، من الممكن أن يلغى بعض أعراض السمية، التى تظهر فى الأعداد الصغيرة.

٤ – يختلف التداخل فى المواد الغذائية من الإنسان إلى الحيوان.

دراسات لابد من إجرائها على المادة المراد إضافتها قبل استخدامها:

(أ) اختبار السـمية الحادة عن طريق الفم على نوعين على الأقل من الحيوانات؛ لمعرفـة نصف الجرعة المميتة LD50، وهى الجرعـة التى يموت عندها نصف عدد الحيوانات المستخدمة فى الاختبار.

(ب) الاختبار قصير المدى يكون من ٩٠ يوما إلى ٦ شـهور، مع اسـتخدام جرعات مختلفة، ومن هنا نسـتطيع معرفة تأثير هذه المواد على النمو والسلوك ووظائف الكبد والكليتين. ومن الممكن أن يمتد الاختبار لمعرفة التأثير على الأجنة.

(جـ) الاختبـار طويل المدى لمدة سـنتين؛ لمعرفة ما إذا كانت المادة تسـبب أمراض السرطان أم لا.

وهـذه الاختبارات تنظم تداول هذه المواد وأقل كمية مسـموح باسـتخدامها حتى لا تسبب ضررا للإنسان.

وتنقسم المواد المضافة تبعا لطبيعتها ووظيفتها إلى:

١ المواد الحافظة Preservatives:

هى التى تمنع أو توقف الإتلاف الناتج من البكتريا والخمائر والفطريات وهذه المواد ضرورية للتخزين والتوزيع. وهذه المواد ممكن أن تكون طبيعية مثل الملح «للحوم» والسكر والجيلى «للحلويات»، ومن الممكن أن تكون صناعية مثل نترات الصوديوم، والتى توصى المواصفات بعدم استخدامها «تضاف للحوم لتمنع نمو بعض الفطريات» وحمض البنزويك «يضاف للمشروبات ليمنع نمو اليكروبات» وثانى أكسيد الكربون وحمض السوربيك.

(أ) ثانى أكسيد الكربون (CO_2):

استخدم منذ القدم كمادة حافظة. ووزنه الجزيئى ٤٤,١، وهو غاز عديم اللون، غير قابل للاشتعال وله رائحة وطعم حمضى. ويؤثر ثانى أكسيد الكربون فى الأحياء الدقيقة بتثبيط نموها، وجعلها فى حالة سكون، وهو يستخدم كمادة حافظة، ويعرف أحيانا باسم الثلج الجاف Dry ice.

(ب) حمض البنزويك (C_6H_5CooH):

يستخدم فى صورته أو فى صورة بنزوات الصوديوم، ووزنه الجزيئى ١٣١.١١، وهو عبارة عن بلورات بيضاء، تذوب فى الكحول، وينصهر عند حوالى ١٢٠°م. أما الملح المعروف باسم بنزوات الصوديوم، فوزنه الجزيئى ١٤٤,١١، وهو عبارة عن مسحوق أبيض بلورى يذوب فى الماء.

وتسبب الجرعات العالية من حمض البنزويك اضطرابا فى نمو حيوانات التجارب، واضطرابا فى الجهاز العصبى المركزى وتشنجات.

(جـ) حمض السوربيك:

وزنه الجزيئى ١١٢.١٣٠، وهو عبارة عن بللورات بيضاء لها رائحة مميزة وطعم حامضى، وهو يذوب فى الماء والكحول الإيثيلى، ويستخدم فى صورة أملاح الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم.

وللكشف الوصفى والتقدير الكمى للحامض يستخدم التفاعل اللونى الأحمر: حيث

تتم أولا أكسدة حمض السوربيك بواسطة ثانى كرومات البوتاسيوم، ثم التفاعل مع حمض الثيوباربيتيوريك.

وفى اختبارات السمية شبه المزمنة، لم تظهر أية أعراض جانبية، نتيجة لتناول الغذاء المحتوى على حمض السوربيك بنسبة أعلى من المسموح بها فى المواصفات. وفى عينة أخرى من حيوانات التجارب - غذيت بالكمية نفسها - أدت إلى تنشيط النمو وزيادة وزن الكبد؛ نتيجة استخدام الجسم لحمض السوربيك كمصدر للطاقة.

ويؤثر حمض السوربيك على الأحياء الدقيقة، فى أنه يثبط عددا من الأنزيمات فى الخلية؛ خاصة التى تدخل فى التمثيل الغذائى للكربوهيدرات.

٢ - المواد المقاومة للتأكسد Antioxidants:

وهى مواد تمنع التزنخ «الرائحة الكريهة»، والتغيرات الناتجة من التأكسد فى الطعام، وهى مهمة لإطالة مدة صلاحية الخضراوات ودهون الحيوانات، ومن هذه المواد: حمض الاسكوربيك (Ascorbic acid)، وفيتامين هـ (Alpha - Tocopherol) E.

فيتامين $C_{29}H_{50}O_2E$

وزنه الجزيئى ٤٣٠,٧١، وهو زيتى لزج، ليست له رائحة، ويميل لونه إلى الإصفرار ويتأكسد ويتحول إلى اللون الغامق عند تعرضه للهواء والضوء وهو لا يذوب فى الماء، ولكنه يذوب فى الكحول الإيثيلى. وللكشف عنه يؤخذ ٠,٠١ جرام من العينة، تذاب فى ١٠ ملل من الإيثانول النقى، ثم يضاف ٢ ملل من حمض النيتريك، ويسخن عند حوالى ٧٥°م لمدة ١٥ دقيقة، فيتكون لون أحمر لامع إلى برتقالى.

٣ المواد العازلة Sequestrants:

وهى مواد تستخدم لترتبط بالعناصر المعدنية، التى من الممكن أن تغير من الرائحة واللون وتعكر المواد الغذائية. ومن أمثلتها حمض الستريك وفوسفات الصوديوم وحمض الترتريك والـ EDTA (Citric acid. Sodium phosphate. Tartaric acid).

٤ - المواد المكملة Supplemented substances:

ومن بينها الفيتامينات والأملاح المعدنية، والتى تضاف إلى المادة الغذائية؛ لتحتفظ

بقيمتهـا الغذائية، مثل: مجموعـة فيتامين ب المركب، أو أحد أفراد هذه المجموعة، والذى يضاف إلى الخبز والحبوب، وفيتامين ج الذى يضاف إلى مشروبات الفاكهة.

٥ المواد المستحلبة والمواد المثبتة Emulsifiers and Stabilizers:

وهى مواد تركيبية تغير من الخـواص الطبيعية للغذاء. فمثلا المسـتحلبات مثل الليسـيثين والبروبلين جليكول تسـاعد من عملية انتشار الزيت مع الماء، ويستعملان لتجهيز توابل السلاطة والسمن النباتى والصناعى.

والمـواد المثبتة هـى التى تعطى نُمْـكا «تخانة» مثل الجيلاتـين والبكتين والصمغ الصناعى، وتعمل على تحسين تركيب الغذاء مثل: الجبن المصنع، والبورنج والحساء، وتمنع تكوين حبيبات الثلج فى الآيس كريم والفاكهة المجمدة. ويسـتخدم السوربيتان مونو أوليات Sorbitan monooleate كمستحلب ومثبت فى الوقت نفسه.

السوربيتان مونو أوليات Sorbitan monooleate:

هو سائل لزج كهرمانى اللون «أصفر ضارب إلى الاحمرار» ويحتوى على مادة زيتية، وفى الحالة الصلبة يكون فى صورة شمعية، وله طعم ورائحة مميزان وهو لا يذوب فى الماء البارد، ويحدث له تشـتيت فى الماء السـاخن، ويذوب عند درجة أعلى من درجة انصهاره فى الكحول الإيثيلى والأنيلين والأثير.

٦ المواد الحمضية والقلوية والمتعادلة

Acids. alkalies and neutralizing agents

تضـاف هذه المـواد إلى كثير من الأطعمـة؛ حيث تلعب الحموضـة دورا مهما جدا للوسـط، كما هو الحال فى المشروبات والشيكولاتة، ومن أمثلتها: فيومارات الصوديوم Sodium Fumarate, $N_4H_3NaO_4$ ووزنهـا الجزيئـى ١٣٨,٠٦، وهـى عبـارة عن مسحوق أبيض له طعم حامضى، يذوب فى الماء.

٧ المضافات الحسية Sensory additives:

تجعل الطعام أكثر شـهية، مثل: مكسبات النكهة (الطعم والرائحة)، ومن أمثلتها أحـادى جلوتامـات الصوديـوم Monosodium glutamate، وحمـض الجلوتاميك

Glutamic acid، ومكسبات اللون. فمنها ما هو طبيعي مثل: الزعفران، والبنجر، والكاروتين، والكركم، ومنها ما هو صناعي، مثل: الترترازين والاريثروسين.

(أ) حمض الجلوتاميك $(C_5H_9NO_4)$ Glutamic acid

وزنه الجزيئي ١٤٧.١٣، وهو عبارة عن بللورات بيضاء أو عديمة اللون، لها طعم حمضي مميز، ويذوب بصعوبة في الماء، ولا يذوب في الكحول الإيثيلي أو الأثير.

طريقة تعيينه: تذيب حوالي ٢٠٠ جم من العينة، ثم تجفف، وتزنها، ويضاف إليها ٦ مللي من حمض الفورميك، ثم يضاف ١٠٠ مللي من حمض الخليك الجليدي ثم يعاير مع ٠.١ حمض البيركلوريك. كل مللي من ٠.١ من حمض البيركلوريك تعادل ١٤.٧١٣ من حمض الجلوتاميك.

(ب) أحادي جلوتامات الصوديوم

$C_5H_8NNaO_4.H_2O$ Monsodium glutamate

كتلته الجزيئية ١٨٧.١٣، وهو عبارة عن بللورات بيضاء، ليست لها رائحة، ولها طعم مميز، وتذوب في الماء، وتذوب بصعوبة في الكحول الإيتيلي ولا تذوب في الإثير.

وتعطى هذه المادة النكهة المستحبة، وتضاف إلى العديد من المواد الغذائية، وهذه المادة هي ملح الصوديوم للحمض الأميني جلوتامات، الذي يوجد بصورة طبيعية في المواد الغذائية، وتتحول هذه المادة في القناة الهضمية إلى الحمض الأميني جلوتامات، الذي ثبت من الدراسات الحديثة أنه من الموصلات العصبية المنشطة في الجهاز العصبي المركزي. هذا والجدير بالذكر أن الكميات الكبيرة من الجلوتامات لها تأثير سمي على الجسم حيث ثبت بالدراسات التي أجريت على حيوانات التجارب أنها تؤدي إلى إتلاف منطقة تحت المهاد البصري في المخ، وعدم نمو الجهاز الهيكلي، والزيادة في الوزن، وعدم تنظيم جهاز الغدد الصماء وزيادة الحساسية. كما تعمل على تكسير الأحماض الأمينية في المخ، وتقلل الهرمونات الجنسية، والقدرة على التعلم، كما تقلل كمية الابينفرين والنورابينفرين والدوبامين في المخ. ومن تأثيرها على الإنسان: التعب العام، وفقدان الحس في بعض الأماكن، وسرعة خفقان القلب والارتجاف.

الفصل الرابع

كيفية الكشف عن صلاحية اللحوم المحفوظة والمعلبات والمنتجات الحيوانية (شكل ٨ ألوان)

اللحوم المحفوظة

أولا: اللحوم المحفوظة بالتبريد:

هـى اللحوم المحفوظة عند درجات حرارة منخفضة بحيث لا تتجمد عندما اللحوم فهى تتراوح بين -١°م، +٥°م.

ثانيا: اللحوم المحفوظة بالتجميد:

هـى اللحوم التى تحفظ على درجات حرارة تتراوح بين -١٠°م، -٤٠°م ويجب أن تكون هذه اللحوم على شـكل قطع كبيرة لا تقل كل منها عن ١/٤٠ الحيوان وأن تكون العقد الليمفاوية فى موضعها الطبيعى، وأن تكون كل قطعة ملفوفة بقطعة من الشـاش النظيف ولا يجوز نزع البريتون من التجويف البطنى.

ثالثا: اللحوم المجهزة المعبأة:

هى اللحوم المحفوظة فى عبوات قياسـية معقمة بالحرارة على درجات تكفى لتمام تعقيمها وأن تكون مقفلة تحت ضغط سـلبى مناسـب ويجوز أن يضاف إلى هذه اللحوم مواد مالئة أو خضر.

كيفية الكشف عن المعلبات

- المعلبـات من اللحوم والأسماك ذات العبوات الصغيرة محكمة الغلق تفحص ظاهريا فحصا دقيقا.

● تفتح بعض المعلبات وذلك للفحص حسيا فإذا اتضح أن هناك اشتباها فى تغيير اللون أو الرائحة أو الطعم أو المكونات أو جزئيا فترسل للفحص المعملى لبيان الميكروبات التى تحتوى عليها وتلافى ضررها :

الفحص الظاهرى للمعلبات

١ - تفحص العلبة ظاهريا وتستبعد إذا وجد بها صدأ أو ثقوب أو يكون شكلها غير طبيعى من الظاهر.

٢ - بالتنقير على العلبة من الخارج يتبين ما إذا كانت صماء أو جوفاء والجوفاء بها احتمال الفساد.

٣ - الضغط على العلبة بالأصبع لبيان الانتفاخ بها كعلامة للفساد.

٤ - تقدير الضغط الداخلى بوضع نقطة مناسبة من الماء على غطاء العلبة ثم وخزه بواسطة مسمار رفيع بوسط نقطة الماء فإذا ظهرت فقاقيع فى نقطة الماء كان الضغط موجبا وتعتبر العلبة فاسدة وإذا كان الضغط سالبا دخل الماء إلى داخل العلبة.

ما يجب أن يكون مبينا على العلبة من الخارج:

١ - اسم البلد المنتج واسم المصنع.

٢ - تاريخ إنتاج العلبة وتاريخ إنتهاء الصلاحية.

٣ - نوع اللحم المعبأ أو الأسماك المعبأة.

٤ - المواد المضافة إلى اللحم وخصوصا النترات والبنزوات.

٥ - المواد المالئة إن استعملت ونوعها (الزيوت أو الخضار).

المشاهدات الظاهرية على المعلبات الفاسدة

١ - **الانتفاخ**: يدل على تكون غازات تحدث تمددا فى العلب نتيجة تحلل محتويات العلبة أو نتيجة خطأ فى خطوات التصنيع أو لتسرب بكتيريا من الخامات المستعملة المالئة، وفى الحالات الشديدة قد تنفجر العلبة إذا اصطدمت بجسم صلب حاد، أو ألقيت بقوة على الأرض.

٣ - التسرب: يحدث نتيجة وجود ثقوب أو لحام غير تام بالعلبة.

٣ - الصدأ: الصدأ الشديد يكون سببا فى تآكل معدن العلبة فتصبح أكثر تعرضا للتلف.

٤ - التسنن: يؤدى التسنن الشديد بالعلب إلى فساد اللحام ثم إلى التسرب.

٥ - الاسوداد: ظهور اللون الأسود على السطح الداخلى للعلب أو على سطح اللحوم أو الأسماك بداخلها وهو نتيجة لتحلل مركبات الكبريت أثناء عملية التصنيع فى درجات الحرارة العالية.

٦ - الروائح الحمضية: تكون هذه الرائحة غير محبوبة بانتفاخ وتكتشف فقط عند فتح العلبة وهى نتيجة نمو ميكروبات حمضية غازية.

تعدم المعلبات التى بها المشاهدات السابقة لعدم صلاحيتها للاستهلاك.

رابعا: اللحوم المملحة (مثل البسطرمة):

هى اللحوم الطازجة أو المثلجة التى تجهز بإضافة ملح الطعام أو محلوله مع جواز إضافة مادة أو أكثر من نترات أو نيتريت الصوديوم أو البوتاسيوم على ألا تزيد نسبتها فى الناتج النهائى عن ٢٥٠ جزءا فى المليون وإضافة ثانى أكسيد الكبريت بنسبة لا تزيد عن ٤٥٠ جزءا فى المليون.

كما يجوز إضافة التوابل أو الثوم أو الخل أو الحلبة كما يجب أن تكون غير مكتسبة للروائح غير الطبيعية نتيجة أى عوامل فساد أثناء عمليات الحفظ. فإذا كان هناك تغير فى المذاق دل على زيادة نسبة وجود المواد الحافظة. وإذا تغيرت الرائحة دل على فساد محتويات العلبة وفى كلتا الحالتين يجب إعدام العلبة لعدم صلاحيتها للاستهلاك.

خامسا: اللحوم المحفوظة بالتدخين:

هى اللحوم الطازجة أو المثلجة أو المملحة التى تتعرض داخل أفران إلى دخان ناتج من احتراق أخشاب أو ما يماثلها ويجوز أن تضاف إلى تلك اللحوم مواد بقصد تحسين الرائحة بشرط ألا تكون ضارة بالصحة.

فإذا شوهد تغير فى لون اللحوم أو اخضرارها أو سوادها أو تغير فى رائحتها دل ذلك على فسادها وعدم صلاحيتها للاستهلاك.

سادسا: اللحوم المحفوظة بالتجفيف:

هى اللحوم الملحة التى تجفف بواسطة أشعة الشمس أو بواسطة الحرارة الصناعية كما يجوز إضافة نيترات ونيتريت الصوديوم أو البوتاسيوم ويجب ألا تزيد نسبة الرطوبة فيها عن ١٠٪ وألا تقل نسبة اللحم الأحمر فيها عن ٩٠٪ ويجوز إضافة التوابل والثوم ومسحوق حلبة إليها ومن اللحوم المحفوظة بهذه الطريقة البسطرمة.

البسطرمة: تصنع من اللحم البقرى أو الجاموسى ويشترط ألا تزيد نسبة الرطوبة فيها عن ٥٠٪ وألا يزيد النيتريت والنيترات عن ٣٠ جزءا فى المليون وألا تزيد الإضافات فيها عن ٢٠٪ وألا تزيد نسبة ملح الطعام عن ٨٪.

فإذا زادت نسبة الرطوبة أو الدهن أو الإضافات أو كان لونها سودا أو أصابه الاخضرار أو رائحتها غير طبيعية فإنها تكون غير صالحة للاستهلاك.

سابعا: السجق:

هو الناتج من اللحوم الطازجة أو الثلجة أو الملحة أو المدخنة التى تفرم وتعبأ بمفردها أو بإضافة مواد داخل مصارين الحيوانات الدقيقة أو مثاناتها أو ما يشابهها من الأغلفة الصناعية غير الضارة بالصحة.

يجب ألا يقل اللحم الأحمر بالسجق عن ٥٠٪ وألا تزيد نسبة الدهن عن ٣٠٪ ويجب أن يوضح على العبوات أنواع اللحوم الداخلة فى تركيب السجق ونسبتها المئوية والمواد الحافظة إن وجدت وكذلك نسبة كل منها وكذلك نوع الأغلفة طبيعية كانت أم صناعية ويجوز استعمال مادة أو أكثر من نيترات أو نيتريت الصوديوم أو البوتاسيوم أو ثانى أكسيد الكبريت وأملاحه على ألا تزيد نسبتهم عن ٢٥٠ جزءا فى المليون وألا تزيد نسبة ثانى أكسيد الكبريت عن ٤٥٠ جزءا فى المليون وكذلك يجب ألا تزيد نسبة المواد النشوية إذا استعملت كمواد مالئة عن ٤٪ من الوزن.

ويجوز أن يعرض السجق للبيع طازجا أو مطبوخا أو مجففا أو مدخنا ويجب أن يكون لونه ورائحته ومذاقه طبيعيا. فإذا كان لونه مخضرا أو سودا أو قاتم اللون دل على فساده. وإن إضافة مواد ملونة للتمويه يجعله ضارا بالصحة ويصبح غير صالح للاستهلاك.

ملاحظة: علاوة على المواصفات المنصوص عليها سابقا يراعى بالنسبة إلى اللحوم ومنتجاتها ما يلى:

١ - أن تكون فى حالة سليمة وخالية من التلف والفساد والقاذورات والمواد الغريبة كالشعر أو الصوف، وكذلك الروائح الغريبة والكريهة.

٢ - أن تحفظ فى أماكن نظيفة تتوفر فيها الاشتراطات الصحية وبعيدة عما يلوثها سواء من الذباب أم الحشرات أم الحيوانات أم غير ذلك.

٣ - أن تكون خالية من المواد الحافظة أو الملونة أو الغريبة ما عدا ما ذكر سابقا.

الفصل الخامس

أخطار استخدام الإشعاع فى حفظ اللحوم والألبان على صحة الإنسان

حفظ الأغذية باستخدام الأشعة

يتم تعقيم بعض المواد الغذائية ومنتجاتها فى بعض مصانع الأغذية وذلك بتعريضها لجرعات محددة من الأشعة بغرض حفظها من التلف وإمكانية تخزينها لفترة زمنية طويلة، وتتوقف جرعة الإشعاع المستخدم فى مجال حفظ الأغذية على بعض عوامل هى:

١ – صفات وخواص الغذاء المراد بسترته أو تعقيمه بالأشعة.

٢ – مدى التأثير المطلوب الوصول إليه من المعاملة بالإشعاع.

٣ – طريقة معاملة الغذاء بالإشعاع (بسترة أو تعقيم) – حيث إن جرعة البسترة تتراوح بين [٢٠٠,٠٠٠ - ٥٠٠,٠٠٠ راد][1] بينما تتراوح جرعة التعقيم المناسب بين [٢ - ٤,٥ مليون راد] أى [٢ – ٤,٥ ميجاراد].

ويستخدم لهذا الغرض أشعة بيتا أو أشعة جاما – إلا أن أشعة جاما هى الأكثر انتشارا، نظرا لزيادة معدل تخللها للأنسجة (ويماثلها فى ذلك الإلكترونات الناتجة من المولدات الصناعية).

واستخدام التعقيم البارد أى [باستخدام الأشعة Radiation sterilization] له بعض المميزات (ولا يخلو من بعض الأضرار) – وأهم مميزاته هى:

١ – عدم الحاجة لتبريد الغذاء أثناء الحفظ – (عند إجراء التعقيم البارد).

٢ – يمكن معاملة الأغذية المعدة للتسويق بالتعقيم البارد معاملة معتدلة فتطول مدة بقاء هذه الأغذية فى حالة جيدة (مثال ذلك: قطع اللحم والأسماك والفاكهة والخضراوات الطازجة).

---

(١) الراد: وحدة قياس الإشعاع

٣ – قتل الحشرات الملوثة للأطعمة فى جميع أطوارها بتأثير الأشعة.

٤ – إبادة الطفيليات والأحياء الدقيقة السامة فى الأغذية.

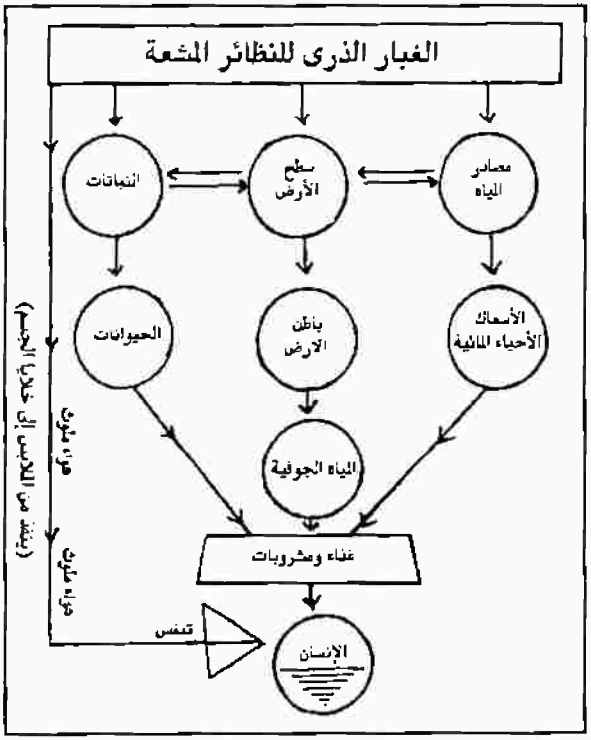
٥ – إيقاف نمو البراعم والأنسجة فى بعض المواد الغذائية (كالبطاطس والبصل).

ومن الأضرار غير المرغوبة لاستخدام الأشعة فى تعقيم المنتجات الغذائية ما يلى:

– تأثيرها على الدهون إذ يحدث فى الليبيدات المعرضة للأشعة هدم مجموعة الكربوكسيل decarboxylation أو حدوث تحلل مائى hydrolysis أو تجمع الجزيئات polymerization أو تحول المركب إلى مشابهة isomerization... أو إضافة مجموعات إيدروكسيل فى الروابط المزدوجة أو إضافة إيدروجين فى الروابط المزدوجة – ويلاحظ أن بعض هذه التغييرات قد يصل إلى حد التأثير السام؛ (وتتدخل مانعات الأكسدة فى بعض هذه التغييرات) – إلا أن الإشعاع يسبب إتلاف مضادات الأكسدة.

– الأشعة تؤثر أيضا على الكربوهيدرات – فهى تزيد قابلية الكربوهيدرات للتجمع polymerization والتبقع باللون البنى browning، وانفصال الجزيئات depolymerization، كما قد تسبب الأشعة تكسير جزىء الجلوكوز وظهور مشتقات متعددة؛ ويصبح السليلوز قابلا للذوبان.

● كيفية وصول التأثير الإشعاعى إلى الإنسان عن طريق النبات والحيوان (شكل ٩)



شكل (٩): يوضح كيف تنتقل المواد المشعة وتأثير الإشعاع على صحة الإنسان

● تأثير الإشعاع على صحة الإنسان

١ - الجلد:

(أ) جفاف بالجلد وتساقط الملحقات الجلدية كالأوبار والأظافر الجافة القابلة للكسر.

(ب) يظهر الجلد بمظهر ملس ممحوبا بضمور خفيف.

(جـ) ظهور الخراجات بطيئة التطور متعذرة الالتئام - [وهى المرحلة التى

تسبق ظهور سرطان الجلد – وتعتبر من أهم أعراض التشخيص المبكر لسرطان الجلد بالإنسان].

٢ العين:

تعتبر العين من الأوساط شديدة التأثر بالتشعيع. فالنيترونات تحدث بعض آفات عينية من نوع/ كاتاراكت Cataracte.

والإشعاعات الكهرومغناطيسية كذلك يمكنها إحداث/ خراجات فى القرنية، كاتاراكت فى الجسم البلورى [وذلك كله إذا كانت الجرعات الإشعاعية كبيرة إلى حد ما].

٣ - الغدد الجنسية (GONADES):

تعتبر من أشد أعضاء الجسم حساسية للإشعاع (خاصة فى الذكور) وقد ثبت بالتجارب أن جرعات صغيرة من وحدات (رونتجن) عند تسليطها على الغدد الجنسية لحيوان مّا يمكن أن تسبب (عدم تشكل النطف) عند الذكور، وكذلك توقف تشكيل البويضات عند الإناث – [إلا إنه لم تلاحظ تلك الظاهرة على العاملين فى مثل هذه الأعمال وخاصة النساء].

٤ - الأعضاء الدموية البروتينية (Organes hemato proteiques):

يظهر تأثير الإشعاع على الدم بالجسم على مراحل:

(أ) مرحلة أولى:

١ – تبدو على شكل تبديل فى الصبغة الدموية مع ابيضاض خفيف leucopenia.

٢ – تزداد النسبة المئوية (للخلايا اللمفية lymphocytec) ووحيدات النواة (monocytec) بالنسبة إلى الـ (polynucleaires).

(ب) مرحلة متوسطة:

تظهر أنيميا بالدم فى بادئ الأمر بسيطة – ثم تزداد شدتها.

(جـ) مرحلة متأخرة:

تصبح أنيميا الدم بعد ازدياد شدتها فى بضعة شهور مميتة – وغالبا مّا تنتهى هذه المرحلة بظهور سرطان دموى من نوع (ابيضاض الدم) وهو أحد أنواع سرطان الدم الحاد.

٥ - الرئة:

تتأثر الرئة عند استنشاق الغبار المشع مما يؤدى إلى حدوث سرطان بها، وقد تصاب نتيجة المعالجة بالأشعة كذلك بالتليف الرئوى (Fibrosis).

٦ - الكبد والكليتان:

قد تحدث آفات كبدية سرطانية بعد استعمال منتجات التباين المشعة (Contraste des rayons) - أما الكليتان فيحدث فيهما عجز شديد (للوظائف الحيوية) عند التعريض للأشعة.

٧ - العظام:

يتسبب عن الإشعاع فى العظام عدة ظواهر مرضية أهمها:

(أ) التصلب (Scleros).

(ب) سرطانات العظام (Sarcomes).

الإجراءات التى يجب اتخاذها لمنع تأثير الإشعاع على أغذية الإنسان

بإجراء الكشف عن التلوث الإشعاعى للأغذية المستوردة [بكردون الموانئ على الفور] طبقا لمواصفات دول المجموعة الأوربية والوكالة الدولية للطاقة الذرية... وهى:

- ٣٧٠ بيكريل[1]/ كجم لبن.
- ٣٧٠ بيكريل/ كجم أغذية أطفال.
- ٦٠٠ بيكريل/ كجم أغذية أخرى.

كان لحادث انفجار المفاعل النووى تشرنوبل بالاتحاد السوفيتى فى ٢٦ إبريل ١٩٨٦ م ردود فعل واسعة لدى كثير من الدول والحكومات - مما أدى إلى صدور قرار وزير الصحة بجمهورية مصر العربية رقم/ ٣٠٢ فى ٢٧/ ٨/ ١٩٨٦ م بعدم الإفراج عن أى سلع غذائية مستوردة إلا بعد التأكد من فحصها لخلوها من التلوث الإشعاعى طبقا للمعايير الدولية المقررة أيا كان بلد المنشأ.

---

(١) وحدة البيكريل: وحدة أخرى لقياس الإشعاع.

وقد حددت هيئة الطاقة الذرية بجمهورية مصر العربية بكتابها المؤرخ فى ٢١/ ٥/ ١٩٨٧ م السلع الغذائية الواجب فحصها إشعاعيا بالموانئ والمطارات كالآتى:

(أ) السلع الغذائية بكافة أنواعها المستوردة.

(ب) الزيوت والشحوم ومنتجاتها التى تستورد على أساس استخدامها كسلع وسيطة فى إنتاج مواد غذائية.

(جـ) الحيوانات الحية المستخدمة للاستهلاك الآدمى كمواد غذائية.

(د) الشتلات والتقاوى المستخدمة للاستهلاك الآدمى كمواد غذائية.

(هـ) الأعلاف الحيوانية.

(و) بدائل الألبان.