



تتمة المحاضرة الرابعة
التلوث الكيميائي

التلوث الغذائي الكيميائي:

يحدث هذا النوع من التلوث الغذائي عند وصول أي مادة كيميائية خطرة أو سامة إلى المادة الغذائية أثناء عملية الإنتاج أو التداول أو قد تضاف إلى الغذاء بهدف حفظه، ويمكن تقسيمه إلى الأنواع التالية:

- Toxic trace elements
- Polychlorinated biphenyls (PCBs)
- Plant protective agents (PPAs)
- Veterinary medicines and feed additives
- Polychlorinated dibenzodioxin (PCDD) and polychlorinated dibenzofuran (PCDF)
- Harmful substances from thermal processes
- Nitrate, nitrit, nitrosamine
- Cleaning agents

وسنتكلم عن الملوثات الكيميائية السابقة فيما يلي بشيء من التفصيل:

1-2 التلوث بالمعادن الثقيلة:

مقدمة:

أصبح التسمم بالمعادن الثقيلة مثل الرصاص والزنك والكاديوم والزرنيق والنيكوتين والنحاس من أكبر المشكلات التي تواجه الإنسان في الوقت الحاضر حيث توجد هذه المعادن في الطبيعة وتنتقل إلى الغذاء والماء والهواء بطرق مختلفة فيمتصها الإنسان. يؤدي التسمم بالمعادن إلى خلل وظائف الكبد وزيادة حالات الإجهاض والأنيميا، وقد يؤدي كذلك إلى حالات من التخلف العقلي بسبب التأثير الضار لهذه المعادن على الجهاز العصبي.

من أكثر الأغذية عرضة للتلوث بالمعادن الثقيلة هي:

- أسماك المياه الملوثة بمخلفات المصانع.
- الخضر والفاكهة المزروعة على جوانب الطرق
- الأغذية غير المغلفة والمعروضة للبيع على جوانب الطرق ومع الباعة الجائلين.

- الأغذية المعلبة – خاصة الحمضية منها – والتي يستخدم الرصاص والقصدير في لحام عبواتها

1-1-2- الزرنيخ:

يتعرض الفرد لارتفاع مستويات الزرنيخ غير العضوي في جسمه من خلال:

- شرب مياه ملوثة بالمادة واستخدام تلك المياه في إعداد الطعام وري المحاصيل الغذائية وتناول الأطعمة الملوثة
- عن طريق التنفس وتدخين التبغ
- عن طريق الطعام: تشير المعلومات ان التعرض للزرنيخ نتيجة تناول الأسماك والمأكولات البحرية تتجاوز نسبة 90% من التعرض الاجمالي له من بقية الأطعمة كما أن تركيز مركبات الزرنيخ عند الاسماك واللافقاريات الموجودة في المياه العذبة أقل من تركيزه عند الكائنات البحرية، في حين ان اللحوم والحبوب تحتوي على مستويات اعلى من الخضروات والفواكه.

2-1-2- الزئبق:

يشكل الزئبق أكبر ملوث لمياه المحيطات، البحار، الأنهار، والبحيرات. ينطرح سنوياً كميات كبيرة من الزئبق في البحار، من أسباب طبيعية مثل البراكين أو من المخلفات الصناعية وخصوصاً حرق القمامة واستهلاك الفحم الحجري وصنع الاسمنت.

تشمل المصادر البشرية للزئبق في البيئة المائية المواد الكيميائية المصرفة من المصانع والبطاريات ومقاييس الحرارة المكسورة ومبيدات الفطريات الزراعية وحشوات الأسنان من السبائك المعدنية الزئبقية والنفائات السائلة لمصانع الكيماويات.

يتبخر الزئبق وينتشر مع الهواء وقد يسافر إلى أماكن بعيدة جداً لكنه في النهاية يترسب في البحار والبحيرات وهنا تكمن المشكلة ذلك لأن الأسماك تمتص هذا المعدن ليتخزن في جسمها. يمكن أن يتحول الزئبق فور دخوله البيئة المائية إلى زئبق

مثيلي [$(CH_3)_2Hg$] Methyl mercury وأشكال أخرى من الزئبق العضوي وذلك بفعل الأحياء الدقيقة اللاهوائية المتخصصة الموجودة في رواسب قاع البحر.

الزئبق المثيلي الناتج من عمليات التحويل السابقة يمكن أن يتراكم في الأسماك ومن ثم يصل للإنسان. وهذا المركب المعدني العضوي وبسبب طبيعته المحبة للدهون يتمكن بسرعة من اختراق أغشية الخلايا والعضو الرئيسي المستهدف بسمية الزئبق هو الجهاز العصبي المركزي. ومن الجدير بالذكر أنه يمكن أن يتركز بزيت الأسماك عند عملية استخلاص الزيت

3-1-2- الرصاص:

هناك العديد من المصادر التي تؤدي إلى حدوث تلوث وتسمم بمعدن الرصاص ومنها:

- استخدام الأغذية المعلبة والتي في الغالب يتم استخدام الرصاص في عملية اللحام
- يستخدم معدن الرصاص في ألواح بطاريات السيارات وتغليف الكابلات الكهربائية، كما يستخدم في الدهانات والأصباغ والتشحيم
- يدخل الرصاص كذلك في صناعة صبغات الشعر ومستحضرات التجميل والأقلام الرصاص وبعض المبيدات
- بالإضافة لما سبق يتلوث الجو بهذا العنصر من عوادم السيارات وخاصة على أطراف الطرقات وعادة ما تحوي الأسطح الخارجية للنباتات على تراكيز أعلى من الرصاص مقارنة مع الجزء الداخلي للنبات.

4-1-2- الكاديوم

ينتج إما عن الأنشطة الطبيعية: مثل النشاط البركاني سواء في البرام في البحر او ينتج عن الأنشطة البشرية: مثل تدخين التبغ، وصناعة المعادن. تمتص الكاديوم عن طريق المحاصيل والخضار عندما تزرع بتربة أو تسقى بمياه ملوثة بالكاديوم تتواجد المستويات العليا من الكاديوم في المحار، القشريات، بلح البحر أحشاء الثدييات (الكبد والكلية)، وبنسبة أقل في الخضروات والحبوب والنشويات. من الجدير بالذكر أن الكاديوم يمكن ان يتراكم بتراكيز عالية في المحاصيل مثل الأرز إذا زرعت في تربة ملوثة به حيث يتم امتصاصه كما يتواجد بتراكيز عالية في نبات التبغ.

2-1-5- النحاس

المصدر الرئيسي للنحاس هو النظام الغذائي إلا أن كمية النحاس في النظام الغذائي عادة لا يتجاوز متوسط المتطلبات الغذائية للنحاس.

يستخدم النحاس في صنع البطاريات والمعدات الكهربائية والصناعية وأوعية الطهي. يتأكسد النحاس ويشكل أكسيد النحاس ذو اللون الأخضر وهي مادة سامة. يتم التعرض للنحاس عن طريق الاستنشاق، واستهلاك الغذاء والماء، والاتصال الجلدي مع الهواء والماء، والتربة التي تحتوي على النحاس. يعتبر الماء الملوث من أهم

مصادر النحاس

2-1-6- الألمنيوم

يتم التعرض للألمنيوم بعدة طرق:

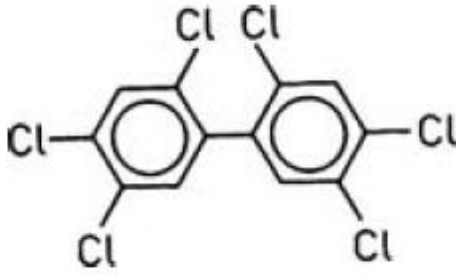
- تناول كميات صغيرة منه عن طريق الغذاء
- استنشاق مستويات عالية الغبار الحاوي على الألمنيوم في مكان العمل.
- شرب المياه الحاوية على مستويات عالية من الألمنيوم بالقرب من مواقع النفايات والمصانع.
- تناول المواد الحاوية على الألمنيوم كمضادات الحموضة.
- التعرض للألمنيوم قد يكون ناتج عن تسربه للغذاء من اواني الطبخ وعلب المشروبات وخاصة عن طهي الأطعمة الحمضية.

2-1-7- القصدير:

يستخدم القصدير على نطاق واسع في صناعة المواد الغذائية، باعتباره شكل قوي للتعبئة والتغليف ويسمح بتعبئة المواد الغذائية في علب محكمة الإغلاق. إن استخدام القصدير في تعليب الأغذية والمشروبات يؤدي إلى تحلل بعض القصدير في المحتوى الغذائي، لاسيما عندما تكون الأسطح الداخلية غير مطلية.

Polychlorinated biphenyls (PCBs) -2-2

عديدات الكلور ثنائية الفينيل: هي مزائج من هيدروكربونات مكلورة، بدأ استعمالها بشكل مكثف من عام 1950 في العديد من المجالات الصناعية: مواد عازلة في المحولات، السوائل المبادلة للحرارة، مواد إضافية في الدهانات، وفي صناعة البلاستيك والورق الخالي من الكربون. ترتبط في البيئة مع المكونات العضوية في التربة والنسج الحيوية.



يتم التعرض لها عن طريق تنفس، غذاء ملوث، احتكاك، وتكون السمية حادة أو مزمنة وتتضمن:

- تغيرات في الجلد والأظافر والأغشية المخاطية:
- التأثير على المناعة
- كما لوحظ زيادة في نسبة الوفيات السرطانية لدى العاملين-الذكور والإناث-في صناعة المكثفات الكهربائية، وكذلك تزايدت نسبة سرطانات الدم والسرطانات المعدية المعوية لدى العاملين الذكور.

تندرج عديدةات الكلور ثنائية الفينيل ضمن ما يسمى: **Persistent organic pollutants POPs**

يتم تعريف الـ **Pops** من قبل المؤسسات العالمية بمركبات الـ (P.B.T): Persistent Bioaccumulative and toxic

compounds، فهي مركبات عضوية تتميز بمقاومتها للتحلل البيئي (فيزيائي، كيميائي، بيولوجي) ومن صفاتها:

- تبقى في التربة والهواء ثم تنتقل لتتراكم ضمن أنسجة الأحياء من نباتات وحيوانات.
- لها أنصاف أعمار طويلة وهي تختلف وتتراوح بين عدة أيام في الهواء، إلى عقود أو سنين في التربة ذات طبيعة محبة للدهن كارهة للماء لذا تتركز في العضوية ضمن النسج الشحمية

- تراكم بسبب استقلالها البطيء لتصبح جزءاً من السلسلة الغذائية.

تأثيرات الـ Pops بشكل عام:

للـ Pops تأثيرات عديدة إلى تأثيرها مثل إحداثها تشوهات خلقية، اضطرابات في عمل أنزيمات الكبد، زيادة خطر الإصابة بالسرطانات، إضافة إلى سميتهما على الجهاز المناعي

Plant protective agents (PPA) -3-2

تشمل جميع المواد المستخدمة في الزراعة بهدف حمايتها من النباتات أو الحشرات والفطور والديدان المسببة للأمراض. تتضمن هذه المجموعة بصورة أساسية:

- المبيدات الحشرية Herbicides
- مبيدات الأعشاب Herbicides
- مبيدات الفطور Fungicides

بالإضافة للمجموعات الأساسية السابقة يندرج ضمن العوامل الحامية للنباتات:

- العوامل المضادة للقراد (العث) Acaricides
- العوامل المضادة للديدان Nematocides
- العوامل المضادة للرخويات Molluscicides
- العوامل المضادة للقوارض rodenticides
- منظمات النمو plant growth regulator

يمكن ان تصل العوامل الحامية للنبات إجمالاً بشكل مباشر عبر رشها على النباتات أو غير كمباشر عبر رشها على الحقول المجاورة كما يمكن أن تتعرض المواد الغذائية للمبيدات الحشرية أثناء مرحلة التخزين والحفظ نتيجة لرش المخازن بالمبيدات أو خلط البذور بتراكيز عالية من المبيدات مما يشكل خطورة بالغة عند استعمال هذه الأغذية.

من أمثلتها DDT الذي استعمل بشكل واسع خلال الحرب العالمية الثانية للحماية من انتشار بعض الأمراض كالملاريا والتيفوس. ثم استعمل لأغراض زراعية كمبيد للحشرات، منع استعماله بعد عام 1972 ومن تأثيراته على الحيوانات نذكر:

○ أذيات كبدية وأذيات للجهاز العصبي المركزي.

○ تأثيرات استروجينية ومضادة للأندروجين

○ عامل مسرطن

○ تندرج ضمن 4-2Pops-الأدوية البيطرية ومضافات الأعلاف:

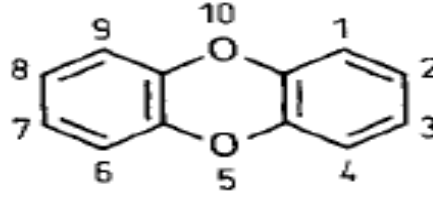
تضاف لغايات علاجية، وقائية، أسباب اقتصادية ومن أمثلتها:

- مضادات حيوية (يسمح باستخدامها للوقاية أو العلاج وليس لغايات تسمين الحيوان)
- مضادات أولي، طاردات ديدان
- مهدئات (يسمح باستخدام البعض منها قبل عملة ذبح الحيوان على أن يبقى تركيزها عند ذبح الحيوان عند الحدود المسموحة)
- Anabolica (يسمح باستخدام بعض الهرمونات الطبيعية والصناعية المنشأ وبتراكيز محددة وهي عادة تطبق على الحيوان بفترة النمو)

dibenzofuran -Polychlorinated dibenzodioxin (PCDD) and polychlorinated -5-2 (PCDF)

تسمى Dioxins, تنتج كشوائب خلال الاصطناع والإنتاج للعديد من المركبات الحاوية كلور ويتم التعرض لها من خلال التنفس، والغذاء الملوث.

يتم التعبير عن سمية هذه المركبات من خلال Toxic equivalent factor (TEF) وهي طريقة حساب علمية تقوم على نسب سمية كل مركب ضمن المجموعة ذاتها إلى أحد مركبات هذه المجموعة. مثلاً في حالة PCDDs/Fs يتم نسب الأفراد إلى مركب 2,3,7,8- TCDD ذي TEF التي تساوي الواحد، وكلما كانت النسبة أقرب للواحد كلما كانت سمية المركب أكبر.



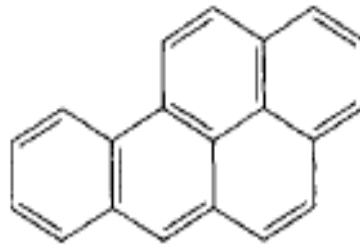
Harmful substances from thermal processes -6-2

وهي المركبات ذات التأثير السام التي تنتج خلال المعالجة الحرارية للأغذية مثل:

- مركبات الفوران الذي ينتج من تحطم الحموض الأمينية والسكريات حمض الأسكوربيك والحموض الحموض الدسمة عديدة عدم الإشباع (PUFA). تواجد في المنتجات المحمصة

➤ Polycyclic Aromatic Hydrocarbons

تنتج من خلال عمليات حرق المواد العضوية مثل الفحم والخشب والفيول حيث يتشكل عدد كبير من المركبات الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات (تم استعراف 250 مركب منها) والتي تحوي ثلاثة حلقات عطرية فأكثر) (بشكل خطي أو متشعب). تعتبر هذه المركبات ذات تأثير مسرطن وبدرجات مختلفة. تتعلق كمية وتنوع هذه المركبات بشروط الاحتراق المتبعة. تنتقل للإنسان من خلال عمليات الشوي والتحميص وتدخين الأغذية وغيرها كما يمكن أن تنتقل بالجو إلى الخضار والفواكه. تتراكم في النسج الشحمية ويجب ألا تتجاوز كمياتها في اللحوم المصنعة 1مكغ/كغ مقدرة ب benzo(a)pyrene الذي يعتبر بمثابة مركب مشعر أو دال عليها (الصيغة التالية)



من أمثلة المركبات السامة الأخرى التي تنتج خلال المعالجة الحرارية للأغذية نذكر:

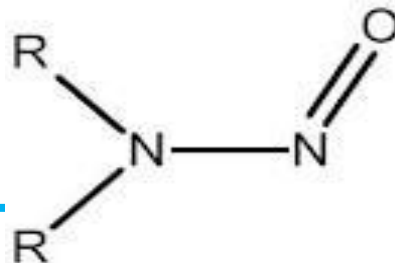
- Heterocyclic amines وسبق الحديث عنها
- الأكريلاميد: تتواجد أيضاً في المنتجات المحمصة وتختلف تراكيزها بين المنتجات كما يظهر في الجدول التالي:

Table 9.11. Maximum concentrations and variation ranges of acrylamide in selected foods

Food	Concentration (µg/kg)	
Gingerbread	7800	(80–7800)
Potato chips	3700	(100–3700)
Crispbread	2800	(25–2800)
Roasted nuts	2000	(10–2000)
Ground coffee	500	
Roasted meat	50	
Bread	40	

7-2- النترات والنترت

- يتواجد النترات طبيعياً في النباتات: السبانخ، الخس
- يتشكل في جسم الإنسان وطيئته في الجسم هو (Arginine)
- يضاف النترات والنترت إلى اللحوم والأجبان
- سمية النترات كغذاء: تنتج سمية النترات كغذاء من الأمور التالية:
- إرجاع النترات المستهلك غذائياً إلى نترت وذلك سواء في الجسم (بعض الجراثيم في الجسم) أو عبر تلوث الأغذية بالجراثيم، ومن ثم تفاعل النترت المتشكل مع الهيموغلوبين وتشكل الميتهموغلوبين
- تشكل نترتأمين في الأغذية عبر تفاعل النترت مع المجموعات الأمينية في الأغذية
- منع تشكل نترتأمين:
- خفض الحرارة، خفض كمية النترات والنترت، إضافة مواد مرجعة مثل حمض الأسكوريك



cleaning agents -8-2

ويشمل ذلك المواد المستخدمة في تنظيف:

- الآلات المستخدمة في إنتاج اللحوم
- الآلات المستخدمة في مزارع الأبقار
- غسيل الخضار والفواكه

-9-2 المواد المستخدمة في العبوات (مواد التغليف):

يمكن أن تؤثر العبوة على الطعام من خلال هجرة بعض المواد من العبوة كالملدنات أو مضادات الأكسدة أو معادن ومن

أمثلة المواد التي تدخل في صناعة العبوات البلاستيكية:

Bisphenol A (BPA) وهو عبارة عن مونومير ينتج عن تفاعل الأستون مع جزيئي فينول والذي بدوره يدخل باصطناع

البوليميرات مثل:

- polycarbonate الداخلة باصطناع المواد البلاستيكية
- Epoxy resin وهي مادة الطلاء التي تغلف العبوة الحاوية على الطعام من الداخل لتكون على تماس مباشر مع الطعام.

1-9-2- التأثيرات الناتجة عن BPA

- البدانة عند الأطفال وزيادة الفرصة للإصابة بالربو
- الولادة المبكرة عند المرأة الحامل
- خلل بعمل الغدد الصم كالغدة الدرقية
- السكري والمشاكل القلبية
- عامل خطورة للإصابة بسرطان البروستات وسرطان الثدي
- خلل بالهرمونات الجنسية (الانثوية)

2-9-2- المواد التي يدخل BPA في اصطناعها

- أدوات الأطفال الرضع من بيروونات وملعق وكاسات وعضاضات
- أوعية لحفظ مياه الشرب (قناني)
- الأوعية البلاستيكية لحفظ الطعام كالكتشب
- المعلبات المختلفة التي يدخل بتركيبها epoxy resin كمادة طلاء داخلي للعبوة

2-10- المضافات الغذائية: يمكن أن تكون من الملوثات في حال استخدام مضافات غذائية ممنوعة أو في حال

استخدام مضافات غذائية بتراكيز أكثر من الحدود المسموحة