جامعة بنها
كلية الزراعة
قسم النبات الزراعى
فرع الميكروبيولوجيا الزراعية

محاضـــــــــــرات

فـى

السموم الميكروبية فى الأغذية والأعلاف

إعـــــــداد

د/ رشا محمد الميهى

مدرس الميكروبيولوجيا الزراعية

كلية الزراعة ـ جامعة بنها

٢٠١٤

السموم الميكروبية فى الأغذية والأعلاف

مقدمـــــــــــة

يعتبر علم الكائنات الحية الدقيقة من العلوم الحديثة، وقد تطور هذا العلم تطورا سريعا فى السنين الاخيرة وأصبح له أهمية كبرى فى حياة الانسان ورفاهيته فقد امكن استغلال الميكروبات فى كثير من الصناعات كصناعة المنتجات الغذائية والمنسوجات والتخمرات المختلفة. كما امكن انتاج الفيتامينات والانزيمات والمضادات الحيوية والاحماض الهامة اللازمة لكثير من الصناعـــات وإنتاج الاعلاف الحيوانية. ويتناول علم الميكروبيولوجى دراسة اهمية ودور الميكروبات فى الصناعات الغذائية والالبان وتتضمن تلوث وفساد وتحلل الاغذية ميكروبيا ودور الاحياء الدقيقة فى التسمم الغذائى وتبرز تأثير الميكروبات على صلاحية وكفاءة وجودة المنتج الغذائى كما تقدم بعض التطبيقات العملية التى تساعد على مراقبة الاغذية ميكروبيولوجيا.

تسبب الميكروبات العديد من الاضرار بعضها اقتصادى والاخر صحى والضرر الاقتصادى سببه نمو الكائنات فى الغذاء وتتلف مكوناته وتكون فيه نكهة وروائح لا يرغبها المستهلك وقد تكون مركبات سامة وضارة على الصحة والضرر الصحى يكون بسبب ملائمة الاغذية لنمو الميكروبات المرضية وتكاثرها فيها مثل بكتريا السل والتيفود والكوليرا وغيرها من البكتريا والفطريات التى تسبب المرض والتسمم للانسان ولا يقتصر التسمم الميكروبى على البكتريا بل قد يحدث من فطريات أو طحالب أو بروتوزوا.

البكتريا Bacteria: من أهم الأجناس البكتيرية التى تسبب فساد الغذاء والأعلاف أو التسمم عن طريقها هى: *Pseudomonas, Esherichia, Serratia, Salmonella, Shigella, Micrococcus, Staphylococcus, Streptococcus, Bacillus, Clostridium*.

الفطريات Molds: يعتبر فطر *Aspergillus* من أهم الفطريات التى تسبب فساد الغذاء والاعلاف و التسمم عن طريقها واكثرها خطورة.

الطحالب Algea: الطحالب التى تنمو فى المياه العذبة او المالحة تفرز السموم فيها وتنتقل الى الاحياء البحرية فيها.

بعض أنواع الأحياء الدقيقة وسمومها

الكائنات المجهرية	تسمية سميتها
البكتيريا	سموم البكتيريا (Bacterial Toxin)
الفطريات	سموم الفطريات (Mycotoxin)
الطحالب	سموم الطحالب (Phycotoxin)

وتختلف هذه السموم فى نوع الاغذية التى تفرز فيها كما يلى:

السم الميكروبى	بعض الأطعمة
سموم البكتيريا	المخبوزات, مرق اللحم, واللحوم المطبوخة, الأرز.
سموم الفطريات	المكسرات, الفواكه المجففة, التوابل, الحبوب، البذور.
سموم الطحالب	المأكولات البحرية.

وتختلف هذه السموم أيضا فى الشروط التى يجب توافرها لانتاج السم ومكان إفرازها وتوقيت الافراز فى الغذاء كما يلى:

نوع السم	الشروط اللازمة لإنتاج السم	أين يفرز السم	متى ينتج السم
البكتيرى	• النمو الكامل للبكتيريا في الطعام • توفر الظروف الملائمة للبكتيريا (مثال الحرارة, الرطوبة, الأكسجين, الغذاء)	•الطعام •الإنسان بعد تناوله طعام ملوث	• في أي مرحله من مراحل الإنتاج أو الإعداد أو التخزين
الفطرى	• النمو الكامل للفطريات في الطعام • توفر الظروف الملائمة للبكتيريا (مثال الحرارة, الرطوبة, الأكسجين, الغذاء)	•الطعام	•قبل الحصاد •بعد الحصاد
الطحلبى	• النمو الكامل للطحالب في البحر او النهر	•مياه البحار •مياه الانهار	•قبل جمع الاحياء البحرية لتناولها (تركيز سموم المحار في الماء بواسطة ترشيح اكبر كمية من الماء حتى تعبر الخياشيم لتحصل على الطعام والأكسجين)

على الرغم من الصعوبة البالغة فى تحديد او معرفة متى بدأ الانسان يتعرف على فعل الميكروبات او وجودها فى الغذاء الا انه يمكننا ان نقول انه بدأ فعلا ما بين الميلاد وبعده بـ ١١٠٠سنة فقد عرف الانسان

التسمم الغذائى وفساد الغذاء وخصوصا النوع المسمى Ergot poisoning المتسبب من نمو فطر *Claviceps purpurea* الذى ينمو على نبات يشبه الشعير يسمى الجويدار وبعض الحبوب الاخرى والذى يسبب موت الكثير فى الاعمار المتوسطة. ولقد حدثت ٤٠,٠٠٠ حالة وفاة من هذا النوع من التسمم سنة ٩٤٣م فى فرنسا ولكنه لم يكن معروفا بان التوكسين المسبب للمرض ينتج بواسطة الفطر.

وعلى الرغم من ذلك يعتقد أن أول إنسان أثبت فعل الميكروبات فى فساد الغذاء هو Kircher سنة ١٦٥٨م وكان راهبا وفحص أثناء ذلك الجثث المتحللة واللحم واللبن ووصف الميكروبات بانها ديدان غير مرئية وهى التى تسبب الفساد وملحوظاته هذه كان ينقصها الدقة ولم تلق اى انتباه.

وسوف نتناول فى القسم الأول السموم الميكروبية وتأثيراتها المختلفة فى الأغذية وفى القسم الثانى السموم الميكروبية وتأثيراتها فى الأعلاف.

أولا"

السموم الميكروبية فى الأغذية

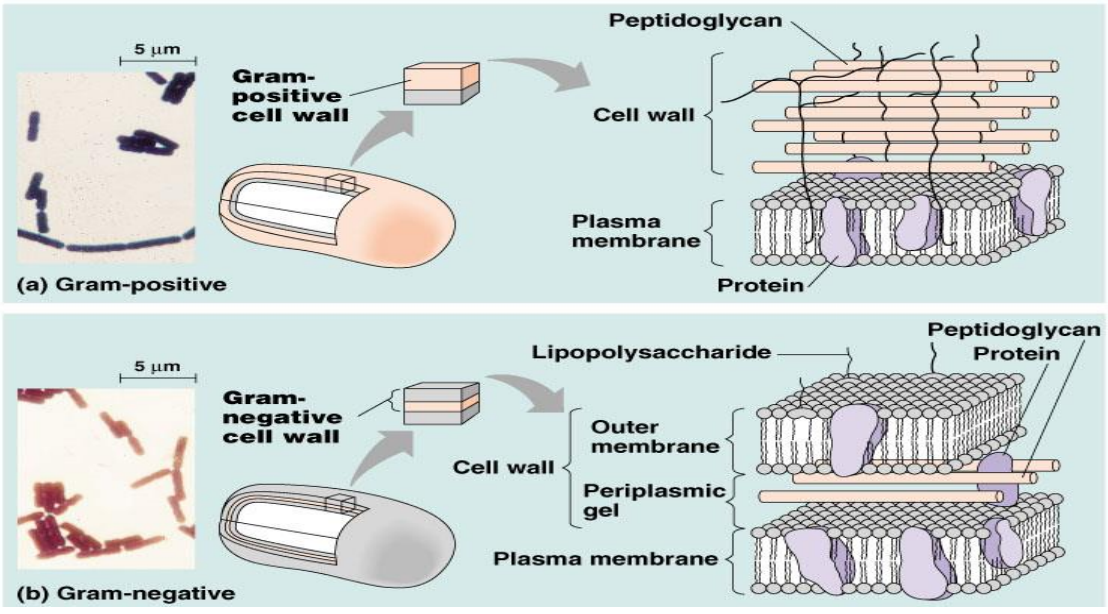
السموم الميكروبية فى الأغذية

تقوم العديد من الكائنات الحية الدقيقة بتكوين السموم Toxins فى الأغذية وأكثرها شيوعا" وتأثيرا" هى السموم البكتيرية Bacterial toxins الناتجة من البكتريا والسموم الفطرية (الأفلاتوكسينات Aflatoxins).

- يحدث التسمم الغذائي للإنسان عند تناول منتجات غذائية محتوية على سموم كيميائية أو بيولوجية.
- تصبح الأغذية سامة نتيجة لتلوثها بالسموم عند إستخدام عبوات ومواد تغليف غير مناسبة أو بتلوثها من الآلات والمعدات الملامسة لها أثناءعمليات التصنيع.

السموم البكتيرية Bacterial toxins

والسموم Toxins التى يكونها الميكروب هى عبارة عن نواتج ثانوية للتمثيل الغذائى وأغلبها عبارة عن بروتين أو عديد الببتيدات. وتختلف السموم المنتجة على حسب نوع الميكروب وبالنسبة للبكتريا نفسها فانها تختلف على حسب نوع البكتريا بالنسبة لاستجابتها لصبغة جرام ويرجع ذلك الى تركيب جدر الخلايا البكتيرية كما فى الرسم التالى:



يوجد نوعين من السموم البكتيرية

١- سموم خارجية Exotoxins

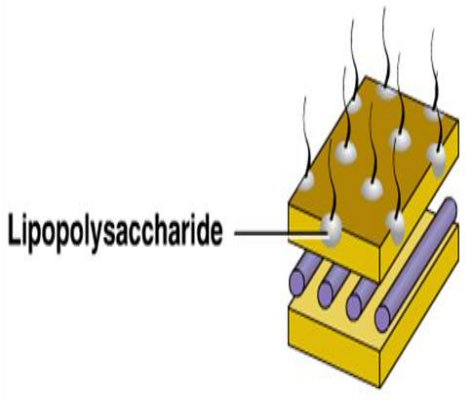
وهذه تفرز خارج خلية البكتريا (خاصة الموجبة لجرام) ويتسبب التسمم عن وجود التوكسين نفسه فى الغذاء (وليس الميكروب) كما فى حالة التسمم البوتسولينى والعنقودى.

٢- سموم داخلية Endotoxins

وهذه تتكون داخل خلية البكتريا (خاصة السالبة لجرام) ويحدث التسمم نتيجة تعاطى الميكروب حيا أى حدوث عدوى ميكروبية حيث يتكاثر الميكروب بالأمعاء وبعد موت الميكروب وتحلل خلاياه، تنطلق التوكسينات الداخلية محدثة التسمم وذلك كما فى حالة التسمم بالسالمونيلا والبكتريا السبحية.

وفيما يلى شرح كلا منهما بالتفصيل

☒ السموم الداخلية



هى عبارة عن معقد من البروتينات وعديدات التسكر مع الدهون Lipopolysaccharide تحتوي Ploysaccharide للسموم الداخليه على مجموعتين من المجموعات السداسيه Deoxyhexoses منزوعة الأكسجين. وهي التي تحدد التخصص الأنتيجيتي للجزئ Specific antigenicity وتوجد السموم الداخلية غالبا فى جدار الخلية البكتيرية.

ويلاحظ أن مكونات الـ Lipopolysaccaride لمختلف انواع البكتريا السالبه لجرام متشابهه من الناحيه الانتيجينيه وغالبا ما تتفاعل مع الأجسام المضاده الخاصه بها مكونه مخلوط من الدهون والسكريات علاوة على الأجسام المضاده Specific lipopolysaccharide antibodies.

تفرز كثير من البكتريا خاصة السالبة لجرام مثل .*Salmonella* spp ،*Shigella* spp. وغيرها من بكتريا الحميات المعوية سموما تبقى بداخل الخلايا الميكروبية ولاتخرج منها الى الوسط المحيط وتعرف بالسموم الداخلية Endotoxins. هذه البكتريا تتكاثر بدرجة كبيرة فى أنسجة العائل وتتوغل بها، وقد تنطلق هذه السموم الى الوسط المحيط بعد موت الخلايا وتحللها كما فى السالمونيلا أو اثناء نموها فى انسجة جسم العائل كما فى *Cl. perfringens* والدفتريا.

السموم الداخلية أكثر مقاومة للحرارة من السموم الخارجية حيث تقاوم درجات الحرارة المرتفعة بما فيها الغليان وهى اقل سمية من السموم الخارجية حيث تكون الجرعات القاتلة أعلى كثيرا عن تلك الخاصة بالسموم الداخلية. كما أن السموم الداخلية على عكس السموم الخارجية لاتكون توكسيدات ومن الصعب التعادل مع مضادات التوكسين.

ومن أهم مميزات السموم الداخلية

١- ثابته حراريا.

٢- تدخل كجزء من تكوين الجدار الخلوي للبكتريا السالبه لجرام.

٣- لا يمكن ان تنتشر في البيئه ويمكن الحصول عليها عند تحلل الخليه البكتيريه.

٤- ليس لها فعل إنزيمي.

٥- تأثيرها غير متخصص (أي ليس لها نسيج خاص – بغض النظر عن الميكروب الذي تنتج منه السموم – تعمل على تحطيمه) حيث ان التأثير البيولوجي للسموم الداخليه متشابه.

٦- فعاله على تركيزات اوجرعات عاليه ٥- ٢٥ مليجرام.

٧- ضعيفه من الناحيه الانتيجينيه.

٨- يمكن ابطال مفعولها بواسطة الجسم المضاد المضعف اوغير الفعال.

٩- لا يمكن تحويلها الى صورة Toxoid.

وللسموم الداخليه أهميه خاصه في الإصابه المرضيه في الأمراض الأكليكينيه، وخاصه خلال الإصابه بالأمراض الناتجه عن الاصابه الحاده بالـ G- كمافي حالة الإصابه المفاجئه بالبكتريا الكروية السحائيه *Menigococcus* sp. او بعد الحقن الوريدي بالدم او المحاليل المحتويه على G-. وفي هذه الحالات خلال ١-٢ ساعه أو أكثر بعد غزو البكتيريا قد ينشأ:

- صدمه عصبيه Shock
- سخونه (حمى) Fever
- رعشه Chill
- أعراض النزيف Hemorrhagic manifestations

ووجد ان الحقن الوريدي ببكتيرات حيه أو ميته أو بجدار الخليه Wall lipopolysaccharide له العديد من التأثيرات وترجع خطوره هذه التأثيرات الى الجرعه المعطاه.

وأهم خصائص هذه التأثيرات أنها تؤدي الى:

١- الوفاه Death

٢- الصدمه العصبيه Shock

٣- النزيف المعوي الداخليVisceral hemorrhage ويشمل هذا النزيف الغدد الصماء.

٤- تنشيط انظمة المناعه التكميليه Complement activation

٥- تجلط الاوعيه الدمويه Intra-vascular coagulation

٦- التغير في وظائف الأوعيه الدمويه Changes in vascular function

٧- الحساسيه الزائده للادرينالين وعقاقيره Hyper reactivity to adrenergic drugs

٨- نقص كرات الدم البيضاء Transient leucopenia ومايتبعه من زياده كبيره في عدد كريات الدم الحمراء

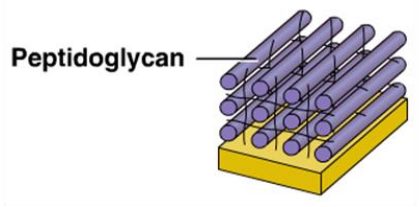
٩- زياده نسبة السكر في الدم Hyperglycemia

١٠- ضعف المقاومه للاصابه الميكروبيه Altered resistance to microbial infection

١١- الحمى Fever

ويعود حدوث الحمى والسميه الى جزء الليبو عديد السكريات، الداخل في تركيب السم وتعود الخواص الانتيجينيه الى الجزء البروتيني من تركيب السم.

☒ السموم الخارجية



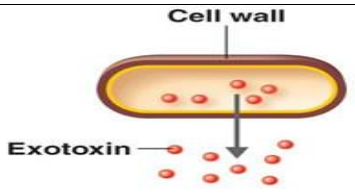
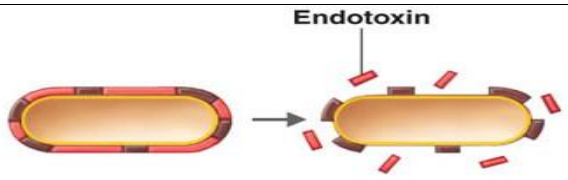
هى عبارة عن معقد من البروتينات ذات وزن جزيئى مرتفع قد يصل الى مليون دالتون، ينتج بواسطة البكتريا الموجبة لجرام خارج الخلية وهذه المركبات تنتج طبيعيا اثناء عملية التمثيل الغذائى لخلية الميكروب وهى مركبات شديدة التخصص.

تفرز بعض انواع من البكتريا الموجبة لجرام مثل *Staphylococcus* sp., *Clostridium* sp. سموما خارج الخلية الميكروبية، تعرف بالسموم الخارجية Exotoxins وهى مواد قابلة للانتشار من داخل الخلية الميكروبية التى تنتجها الى الوسط الخارجى المحيط بالميكروب، بيئة المزرعة، او أنسجة العائل كما فى مرض الدفتريا أو مادة غذائية كما فى التسمم الغذائى العنقودى والتسمم الغذائى البوتشولينى وعادة البكتريا المنتجة للسموم الخارجية لا تتوغل بجسم العائل. تتحلل هذه السموم بواسطة الإنزيمات المحللة للبروتين Proteolytic enzymes لذلك فإن السموم لاتؤثر على الجسم إذا أخذت عن طريق الفم على عكس السم العنقودى والبوتشولينى التى لاتتأثر بالانزيمات المحللة للبروتين.

السموم الخارجية غير مقاومة للحرارة وتفقد سميتها بالتسخين لدرجة ٦٠-١٠٠°م لمدة ٣٠ دقيقة. كما تفقد سميتها بالتخزين لفترات طويلة أو بمعاملتها ببعض الكيماويات مثل الفينول، الأحماض والفورمالدهيد وذلك نتيجة لتثبيط عمل بعض الأحماض الأمينية فى هذه السموم. يتحول التوكسين نتيجة المعاملة بالفورمالدهيد من مادة سامة الى مادة غير سامة تسمى توكسيد Toxoid ذات خواص أنتيجينية تستخدم كأنتيجين Antigen لوقاية الأشخاص المعرضين للتسمم الميكروبى مثل الدفتريا حيث أن التوكسيدات تحفز الجسم على انتاج مضادات التوكسين Antitoxins التى تعادل السم الميكروبى المتكون بجسم العائل.

السموم الميكروبية الخارجية ذات تأثير متخصص على اجزاء جسم العائل بعض السموم تؤثر على الجهاز العصبى وتسمى سم عصبى Neurotoxin مثل السم البوتشيولينى وسم التيتانوس، بعض السموم تؤثر على الجهاز الهضمى ويسمى سم معوى Enterotoxin مثل السم العنقودى وسم الكوليرا. بعض السموم تؤثر على الخلايا وتقتلها ويعرف بالسم الخلوى Cytotoxin مثل سم الدفتريا. الجرعة القاتلة من السموم الخارجية تكون صغير جدا مقارنة بالسموم الداخلية، بعض هذه السموم شديدة القتل مثل السم البوتشيولينى A وهو أقوى سم معروف.

أهم المميزات والفروق بين السموم الميكروبيه الخارجيه والداخليه

الصفه	سموم خارجيه	سموم داخليه
الافراز	خارج الخليه الميكروبيه	داخل الخليه الميكروبيه
المسبب	بكتريا موجبة لجرام	بكتريا سالبة لجرام
التركيب الكميائي	بروتين	معقد من ليبو عديد السكريات وبروتين
تأثير الحراره	تتأثر بالحراره وتفقد سميتها عند ٦٠- ١٠٠ م لمدة ٣٠ ق	تتحمل الحراره بما في ذلك الغليان
المناعه	✓ يمكن تحويلها الى توكسيدات ✓ تتعادل مع مضادات التوكسين	✓ لا تكون توكسيدات ✓ التعادل صعب مع مضادات التوكسين
التأثير البيولوجي	✓ متخصص ✓ شديد التأثير	✓ التأثير عام ومتعدد ✓ تكون اغلبها حميات وحساسيه عامه
الجرعه القاتله	كميات صغيره جدا	كميات اكبر عن تلك الخاصه بالسموم الخارجيه
		

هناك عدد من الميكروبات يتلازم وجودها مع فساد الأغذية، بعض أنواع هذه الميكروبات الهامة هي *Pseudomonas, Esherichia, Serratia, Salmonella, Shigella, Micrococcus, Staphylococcus, Streptococcus, Bacillus, Clostridium*.

أمراض العدوى الغذائية هي أمراض تحدث للإنسان عند تناوله لغذاء يحتوى على مسبب للمرض أو يحمل عامل مرضي معين والبكتيريا المسببة لهذا النوع من الأمراض في الغذاء عادة ما تعبر عن نفسها في صورة اعراض مرضية تحدث في القناة الهضمية مثل المغص والتقلصات والإسهال والقئ.

وحديثا إزدادت أمراض العدوى الغذائية في شتي أنحاء دول العالم وحتى في الدول المتقدمة منها هناك زيادة مقلقة من حالات تفشي مثل هذه الأمراض, وفي الحقيقة وصف هذا النوع من الأمراض من جهة منظمة الصحة العالميه (WHO) كأكثر الأمراض المؤثرة علي الصحة العامة في العالم المعاصر حيث تشكل عبئا كبيرا علي الأنظمة الصحية والاجتماعية والاقتصادية والثقافية لمختلف البلدان وعلي كافة المستويات فأمراض العدوى هي احد الأسباب الهامة التي من أجلها يتم الاعتماد علي نظم إدارة سلامة الغذاء مثل نظام تحليل المخاطر وتحديد نقاط التحكم الحرجة (الهاسيب).

ميكانيكية حدوث أمراض العدوى الغذائية

- العدوى Infection

حيث يلعب الغذاء دور الناقل الذي يقوم بنقل العامل المسبب للمرض للقناة الهضمية حيث تكون الكائنات الحية الدقيقة مستعمراتها منتجة سمومها الممرضة مثال ذلك *Salmonella, Shigella*

- التسمم Intoxication

يتسبب النمو الميكروبي في إنتاج سموم توجد في الغذاء قبل تناول الإنسان له مثال ذلك *Staph. aureus*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*

- التسمم الداخلي In vivo intoxication

يلعب الغذاء دور الناقل الذي يقوم بنقل العامل المنتج للسم داخل الجسم مثال ذلك *Clostridium perfringens* وبعض أنواع *Escherichia coli*

الظروف المسببة لحدوث أمراض العدوى الغذائية

وجود المسبب المرضي Causative agent في الغذاء يمكن أن يكو ن مصدره هو الغذاء نفسه سواء كان نباتيا أو حيوانيا وذلك في مرحلة ما من مراحل سلسلة الإنتاج و أثناء تداول الغذاء وكذلك من الأدوات والمعدات ومن البيئة المحيطة بالعملية التصنيعية.

البكتيريا المسببة للإصابة بأمراض العدوى الغذائية تتواجد مع الشخص السليم والشخص المريض علي حد سواء علي سبيل المثال بكتيريا *Staph. aureus* توجد كميكروبات فلورا طبيعية Flora علي الممرات التنفسية والتجويف الأنفي للشخص السليم والميكروبات المرضية مثل:

Salmonella, Cl. perfringens, Staph. aureus, Y. enterocolitica, Camp. jejuni and L. monocytogenes غالبا ما تتواجد بأعداد قليلة كجزء من الكائنات الحية الدقيقة التي تحيا علي الحيوانات الحية السليمة.

وكي يؤثر العامل المسبب للمرض يجب أن يتواجد بأعداد كافية لإظهار الأعراض المرضية (كما في حالة البكتيريا) أو بتركيزات مرتفعة بما فيه الكفاية (كما في حالة السموم المفرزة) وذلك للبقاء حيا أثناء عمليات التداول الطبيعية للغذاء وبعض أنواع البكتيريا لا تسبب أمراض العدوى الغذائية إلا بعد تناول الشخص لكميات كبيرة منها أو لكميات كبيرة من السموم المفرزة, علي سبيل المثال أعداد بكتيريا Staphylococci يجب أن تصل ١٠^{٦} خلية/جرام من الغذاء لكي تنتج كمية من السم كافية للتسبب في ظهور أعراض مرضية لمستهلكيها. وحتى الميكروبات القادرة علي التسبب في ظهور أعراض مرضية عند تناولها بأعداد قليلة (مثل السالمونيلا) فان فرصة حدوث المرض تكون كبيرة عندما تكون أعداد الميكروبات الموجودة في الغذاء أكثر من الأعداد المعتاده من الميكروبات مع بعض الاستثناءات الملحوظة *Listeria monocytogenes, Yersinia enterocolitica, Clostridium botulinum* فان معظم مسببات الأمراض في الغذاء لا تستطيع النمو علي درجات التبريد التجاري النموذجي عند تناول الإنسان لكمية كافية من الغذاء الحامل لكمية كافية أيضا من العامل المسبب للأعراض المرضية تتعدي مقاومة الجهاز المناعي لهذا الشخص,حيث تختلف المقاومة من فرد لآخر والأشخاص الأكثر حساسية هم الذين يملكون مناعة اقل مثل الرضع والأطفال والمسنين والمرضي والحوامل, وحديثا وجد أن الإصابة الحادة بالأنفلونزا أو نزلات البرد العادية يمكن أن تقلل من المقاومة للميكروبات المسببة للإعراض المرضية.

مصادر الإصابة بأمراض العدوى الغذائية

حوالي ٥٠% تقريبا من جميع حالات العدوى الغذائية تحدث بسبب اختلال في درجات الحرارة (تبريد أو تسخين غير كافي) مثل:

- ترك الغذاء علي درجة حرارة الغرفة لعدة ساعات مما يسمح بنمو الميكروبات وافرازها لسمومها لذلك لابد من التخزين علي درجات تبريد مرتفعة جدا(يفضل أقل من ٥°م).

- تخزين الأغذية في المبردات داخل حاويات كبيرة يبطئ من عملية التبريد مما يسمح بنمو الميكروبات.

المسببات الاخري لأمراض العدوى الغذائية يمكن تجنبها بواسطة الطرق الصحية للتجهيز والتخزين:

- غسيل الأيدي جيدا قبل وبعد تداول اللحوم الخام.
- تنظيف أماكن تجهيز اللحوم الخام قبل الشروع وبعد الانتهاء من عملية الطهي.
- تجنب الاختلاط بين الأغذية المختلفة في طابعها العام عن بعضها البعض.
- عدم استخدام الأدوات والأسطح المستعملة في تجهيز الأغذية الخام في تجهيز الأغذية الأخري المطهية أو المعدة للتناول.
- منع تداول الغذاء من قبل الأشخاص المصابين بالإسهال والقيء أو المصابين بالجروح أو القروح الجلدية.
- منع التدخين أثناء تداول الغذاء وتغطية الفم والأنف عند إرادة العطس أو الكحة مع توجيه الجسم بعيدا عن الغذاء.

الوسائل التي تنتقل بها البكتيريا الممرضة الى غذاء الانسان

١. تلوث الأغذية الحيوانية الأصل من الحيوانات نفسها.
٢. يقوم الانسان أو الحامل للميكروبات الضارة بنقل تلك الانواع البكتيرية عن طريق الانف والفم وفضلات الأمعاء.
٣. يمكن ان تنتقل البكتيريا الضارة من الحيوان الى الانسان خلال الغذاء الناتج من الحيوان .
٤. تقوم القوارض والفئران والحشرات المنزلية كناقلات لمسببات التسمم .

يمكن تقسيم التسمم الغذائي البكتيرى الى نوعين:

- التسمم الغذائي بالتوكسين Toxic food poisoning

يسببه قيام البكتريا بإفراز مواد سامة داخل أو على المواد الغذائية، مثل بكتيريا Clostridia، بكتيريا Staphylococci.

- التسمم الغذائي بالعدوي Infectious food poisoning

يحدث عن طريق تواجد البكتريا الضارة داخل جسم الإنسان، مثل بعض أنواع البكتيريا التى تنتمى لجنس *Salmonella*، وبكتيريا Streptococci.

التسمم الغذائي البكتيري بالتوكسين
Toxic food poisoning

يحدث هذا النوع من التسمم الغذائى عادة نتيجة تناول غذاء يحتوي على سموم (توكسينات) ناتجة من نمو أنواع معينة من البكتريا في الغذاء، وقد يوجد التوكسين في الغذاء، بالرغم من عدم استمرار وجود الميكروب المنتج لهذا التوكسين في الغذاء.

يعتمد وجود التوكسينات في الأغذية على:

- وجود البكتريا في الغذاء.
- صالحية الغذاء لنمو البكتريا.
- قدرة البكتريا على النمو بأعداد كبيرة في الغذاء.
- إنتاج التوكسينات خلال مرحلة نمو البكتريا.
- تناول الغذاء وحساسية المستهلك لفعل التوكسين.

الميكروبات المسئولة عن إنتاج التوكسين في الغذاء: *Clostridum botulinum,* *Staphylococcus aureus* *Bacillus cereus* (emetic), وهناك مجموعة أخرى من الميكروبات، تصل إلي الأمعاء عن طريق الفم من خلال الغذاء الملوث، ويتم تكوين التوكسين في الأمعاء مثل *Bacillus cereus* (diarrhoeal), *Clostridium perfringens*, Enterohaemorrhogic *Escherichia coli* (EHEC), Enterotoxigenic *Escherichia coli* (ETEC).

التسمم العنقودى

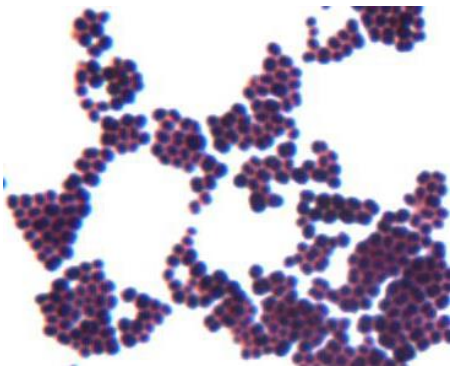
Staphylococcal poisoning

التسمم الغذائي العنقودي أحد الأمراض الرئيسية الناتجة عن الغذاء في أنحاء كثيرة من العالم. وهذا النوع من التسممات الغذائية شائع في الحفلات، الرحلات، والمعسكرات والأفراح وغيرها من التجمعات الكبيرة، حيث يتم خدمة أعداد كبيرة من الأفراد، تقدر عدد حالات التسمم الغذائي في الولايات المتحدة الأمريكية في نهاية الثمانيات بحوالى ١,٦ مليون حالة، ينتج عنها ٥,٤٠٠ حالة وفاة. وقد وجد أن ثلثى (٣/٢) حالات التسمم تنشأ من الأغذية التى تقدم في التجمعات الكبيرة، ثلث (٣/١) حالات التسمم تحدث على مستوي المنازل. يحدث هذا التسمم نتيجة تناول توكسين معوي Enterotoxin الذى يتكون في الغذاء أثناء نمو بعض سلالات من *Staphylococcus* sp.

يحتوي هذا الجنس أساساً على ثلاثة أنواع منتجة للتوكسين: *S. aureus, S. hyicus, S. intermedius*، تنتج كل من *S. hyicus, S. intermedius* كميات قليلة من التوكسين، ونادراً ما تسبب أو تشارك في حالات التسمم الغذائي. ومع ذلك فقد حدثت حالات وباء محدودة Outbreak من التسمم ترجع إلي *S. epidermidis* لا تنتج أنزيم Coagulase التى عادة لا تنتج توكسين. لذلك فإنه يجب عدم تجاهل أنواع Staphylococci السالبة لـ Coagulase في حالات التسمم الغذائى، خاصة إذا وجدت بأعداد كبيرة في الغذاء.

ملحوظة: إنتاج إنزيمات Deoxyribonuclease (DNase), Coagulase مرتبط بدرجة قوية بإنتاج التوكسين ونظرا لسهولة الكشف عن هذه الإنزيمات، فإن هذين الأنزيمين يعتبران دلائل هامة في الكشف على قدرة هذه السلالات على إنتاج التوكسين.

الميكروب المسبب ***Staphylococcus aureus***



بكتريا Staphylococci كروية موجبة لجرام، توجد في عناقيد Clusters أو في أزواج أو سلاسل قصيرة، يتراوح قطر هذه الخلايا بين ٠,٧– ٠,٩ um، غير متحركة، غير مكونة للجراثيم، هوائية ولا هوائية اختيارية تنمو هذه الميكروبات أيضاً وتنتج توكسين تحت ظروف هوائية ولا هوائية بالرغم من أن كميـــات التوكسين الناتجة تكون أقل تحت الظروف اللاهوائية. هذه الميكروبات أيضاً مخمرة ومحللة للبروتين ولكن عادة لا تنتج روائح غير مقبولة كما ان معظم بكتريا Staphylococci منافس ضعيف للبكتريا الأخرى، وخاصة بكتريا حمض اللاكتيك. ووجود أنواع أخرى من البكتريا تنافس Staphylococci وتثبيط من نموها

بدرجة كافية لتأخير أو منع إنتاج التوكسين وتختلف درجة التثبيط باختلاف أنواع وأعداد البكتريا المنافسة، نوع الغذاء، درجة الحرارة والوقت. وعادة عندما تصل Staphylococci إلي الأغذية المعاملة حرارياً لا يحدث هذا التنافس ويسود Staphylococci.

يحدث التسم العنقودى عندما تتوفر الظروف التالية

- إحتواء الغذاء على أعداد كبيرة من ميكروب العنقودي الذهبي المنتج للتوكسين.
- أن يكون الغذاء بيئة جيدة ومناسبة لنمو الميكروب وإنتاج التوكسين.
- أن تكون درجة الحرارة مناسبة لنمو الميكروب.
- والوقت يسمح بإنتاج التوكسين.
- عند تناول الغذاء المحتوي على التوكسين.

مصادر الميكروب

أهم مصادر بكتريا Staphylococci المسببة للتسمم الغذائي هو الإنسان والحيوان تتواجد هذه البكتريا ضمن الفلورا الطبيعية في التجاويف الداخلية للأنف وتجويف الفم وعلى جلد الإنسان . كما أن الدمامل والجروح الملوثة قد تكون من مصادر هذه البكتريا يسبب *S. aureus* مرض التهاب الضرع في الماشية ويكون توكسين في اللبن الناتج ومنتجاته، لذلك تعتبر ماشية اللبن من المصادر الهامة لهذا الميكروب، حيث يوجد في اللبن الناتج خاصة في حالة التهاب ضرع الماشية. وينمو هذا الميكروب وينتج السموم تحت الظروف الهوائية واللاهوائية، بالرغم من أن كميات السموم الناتجة تكون أقل تحت الظروف اللاهوائية.

التوكسينات

يفرز الميكروب العنقودي الذهبي ٨ أنواع سيريولوجية من السموم المعوية (Enterotoxins) وهي لا تؤثر مباشرة على الأغشية المبطنة للقناة الهضمية، ولكن تؤثر هذه السموم على الجهاز العصبي المركزي بإثارة مراكز القئ في المخ لذلك يعتقد أن هذه السموم عبارة عن سموم عصبية (Neurotoxins). وهذه التوكسينات هى:

Enterotoxins F(SEF), D (SED), C3 (SEC3), C2 (SEC2) C1, B (SEB), A (SEA), E (SEE)

جميع سلالات *S. aureus* السالبة لاختبار Coagulase، تكون غير قادرة على إنتاج التوكسينات كما أن كثير من السلالات تنتج أكثر من نوع من التوكسينات، وجميع هذه السلالات من مصادر آدمية وحيوانية. وقد وجد أن ٧٥% من سلالات *S. aureus* المعزولة من الإنسان، ٢٨% من السلالات المعزولة من الحيوانات الآليفة تنتج توكسينات A, B, C. كما أن السلالات المعزولة من الإنسان غالباً ما تنتج

توكسين A، هذه الأنواع أيضاً سائدة في حالات التسمم الغذائي في الإنسان. وهذا يفسر أهمية دور العاملين في مجال الأغذية في حدوث التسمم. وفي دراسة أجريت على ١٢٠ سلالة من السلالات الشائعة من حالات التسمم الغذائي في التجمعات الكبيرة، وجد أن ٧٣% من السلالات تنتج توكسين A ، ٤٠% من السلالات تنتج توكسين D، ١٥% من السلالات تنتج توكسين C، و ١٧% من السلالات تنتج توكسين B.

التوكسينات عبارة عن بروتينات بسيطة تتكون من سلسلة فردية Single، تنتج ١٨ حمض أمينى عند التحلل، من أهمها الأسبارتيك، الجلوتاميك، الليسين والفالين والتيروسين. وقد وجد أن الطرف الأميني N–terminal في توكسين B عبارة عن حمض الجلوتاميك، بينما الطرف الكربوني C–terminal عبارة عن الليسين. تتكون سلسلة بروتينات توكسينات E, B, A من ٢٣٩–٢٩٦ حمض أميني. يتكون بروتين توكسين C3 من ٢٣٦ حمض أميني والطرف الأميني عبارة عن سيرين، بينما الطرف الأميني في C1 حمض الجلوتاميك.

هذه التوكسينات عبارة عن بروتينات قاعدية حيث يبلغ نقطة التعادل الكهربي IEP ٧– ٦,٨، كما أنها مقاومة للأنزيمات المحللة للبيروتينات مثل الببسين، التربسين، الكيموتربسين، الرنين والبابيين، مما يساعدها في المرور من القناة الهضمية والوصول إلي الموقع التى تؤثر فيه.

يختلف محتوي التوكسينات من الأحماض الأمينية طبقاً لنوع التوكسين، توكسينات E, D, A متماثلة في محتوي الأحماض الامينية، كما أن توكسينات C, B أيضاً متماثلة في محتواها من الأحماض الأمينية. يتم إنتاج هاتين المجموعتين من التوكسينات بطريقتين مختلفتين، حيث يتم إنتاج توكسينات C, B في مرحلة الثبات Stationary من النمو ، بينما يتم إنتاج توكسينات E, D, A في مرحلة النمو اللوغاريتيم. هذه الاختلافات تنعكس أيضاً على الاختلافات في تكوين هذه التوكسينات في الأغذية. تتكون توكسينات D, A تحت نطاق أوسع من الظروف البيئية عن توكسينات C, B مثل pH ، Eh, aw ، بالرغم من أن الأنواع الأخيرة (C, B) يتم إنتاجها بكميات أكبر كثيراً عن الأنواع الأخرى تحت الظروف المثلى . معظم حالات التسمم الغذائى تحدث نتيجة توكسينات D, A حيث أن هذه السموم يتم إنتاجها تحت نطاق واسع من الظروف فى الأغذية.

العوامل التي تؤثر على إنتاج السموم في الأغذية

- درجة الحرارة
- الظروف الهوائية
- الأس الهيدروجيني(pH)
- وجود ميكروبات أخرى
- الرطوبة(Wa)

وعادة يعتبر تواجد الميكروب بإعداد ^{5}١٠ خلية/جم أو أكثر لتكوين السموم، ولكن تحت ظروف التجارب المعملية بإستخدام البيئات والأغذية فإن السموم من الصعب الكشف عليها قبل أن يصل عدد

الميكروبات إلى ١٠ ^{٦} أو أعلى، وعموما فإن معظم حالات التسمم بالميكروب العنقودي تحدث عادة عندما يكون أعداد الميكروب ١٠^{٨} أو أعلى. يتكون التوكسين بكميات محسوسة فقط بعد نمو Staphylococci بدرجة كبيرة، حيث يصل أعداد الميكروب إلي عدة ملايين (٥ × ١٠^{٦}) على الأقل لكل مل أو جرام من الغذاء، لذلك فإن الظروف التى تشجع إنتاج التوكسين تكون أفضل لنمو الميكروب.

ينتج التوكسين بمعدل محسوس عند درجة حرارة بين ١٥,٦ – ٤٦,١°م، ويكون الإنتاج أفضل عند درجة ٤٠°م، يتكون التوكسين تحت الظروف المثلى في خلال ٤– ٦ ساعات. النمو عند درجات حرارة منخفضة، يؤدي إلي إطالة الفترة اللازمة لإنتاج التوكسين بكميات كافية لإحداث التسمم. يتكون التوكسين في بيئة نمو جيدة في خلال ٣ أيام عند ١٥°م، ٧ أيام عند ٩°م، ٤ أسابيع عند ٤– ٦,٧°م. يتكون التوكسين بكفاءة في حالة وجود ميكروبات منافسة بأعداد قليلة، أو في حالة تثبيط الميكروبات المنافسة، لذلك فإن الأغذية التى تلوثت بالـ Staphylococci بعد المعاملة الحرارية تكون أكثر ملاءمة لإنتاج التوكسين.

تختلف التوكسينات في درجة مقاومتها للحرارة، المعاملات الحرارية، مثل البسترة (٧٢°م ثانية)، والمعاملة الحرارية شديدة الارتفاع UHT (١٤٣,٣°م/م ثوان)، لا تكون كافية لأتلاف توكسين B. يعتبر توكسين B أكثر أنواع التوكسينات مقاومة للحرارة. توكسينات C, B مقاومة للحرارة نسبياً، حيث تستطيع مقاومة التسخين عند ٩٠°م لمدة ٣٠ دقيقة، كما أنها تقاوم NaCL حتى تركيز ١٠%، بينما توكسين A يتلف بسهولة عند هذا التركيز. تقاوم توسكينات C, B درجات الحرارة المنخفضة عملية الطهي العادية للأغذية، لا تؤدي إلي إتلاف التوكسين المتكون في الغذاء قبل المعاملة الحرارية، مثل هذه الأغذية قد تسبب التسمم الغذائي بالرغم من عدم وجود ميكروبات Staphylococci حية.

توكسين A أكثر التوكسينات شيوعاً في التسمم الغذائى، حيث وجد في الأغذية الناقلة في حوالى ٧٥% من حالات التسمم العنقودي. التوكسين الذى يليه في حالات التسمم العنقودي توكسين D، بينما توكسين F أقل السموم انتشاراً. يتميز التوكسين B بارتفاع سميته، ويحدث التسمم عند تناول هذا التوكسين بتركيزات منخفضة تصل إلي ٢٠–٢٥ ميكروجرام ١٠٠ نانوجرام (ng)، وقد قدرت كمية التوكسين A اللازمة لإحداث التسمم في الإنسان لأقل من ميكروجرام واحد.

ومن الأمور الجديرة بالذكر، أن توكسين B لا يسبب حالات تسمم كثيرة، حيث يفقد فاعليته نتيجة تفاعله مع بعض مكونات الغذاء مثل مركبات البوتاسيوم، والكلورين، والفلورني. الأغذية التى تشارك في حدوث هذا التسمم بالتوكسين B، هي الأصداف Shellfish (لحوم القواقع والمحارات) والقشريات (الجمبرى)، أما في اللحوم فيتفاعل هذا التوكسين مع ميتميوجلوبين Metmyoglobin (الذى يتكون نتيجة الأكسدة الجزئية للميلوجلوبين Myoglobin بواسطة النيتريت المضافة إلي اللحوم). يتكون توكسين B في مرحلة الثبات من النمو Stationary phase، بينما يتكون توكسين A مبكراً في مرحلة النمو اللوغاريتيم Log

phase. ويوجد ثلاث أنواع من توكسين C، نظراً لاختلاف نقطة التعادل الكهربي IEP (C1 = ٨,٦ ، C2 = ٧,٠ ، C3 = ٨,١٥).

الأعراض

يختلف الأفراد في درجة حساسيتهم للتسمم العنقودى، فعند تناول مجموعة من الأفراد غذاء يحتوي على توكسين، نجد أن بعضهم قد يصاب بتسمم شديد، وقليل منهم قد يصاب بتسمم خفيف، أو لا يحدث لهم تسمم على الإطلاق. وقد يرجع ذلك إلي أن توزيع التوكسين خلال الغذاء غير متجانس بدرجة كبيرة، بالإضافة إلي التباين الكبير في حساسية الأفراد الذين يتناولون كمية مماثلة من الطعام الملوث.

عادة تتراوح فترة الحضانة من ١ إلي ٦ ساعات وغالباً ما تظهر الأعراض بعد ٢-٤ ساعات من تناول الغذاء الملوث. يختلف هذا التسمم عن التسممات الغذائية الأخرى بالتوكسينات أو بالعدوي، حيث تكون فترة الحضانة لهذه التسممات عادة أطول.

معظم الأعراض الشائعة في الإنسان تكون زيادة اللعاب ثم غثيان وقيء، تقلصات في البطن، تختلف في درجة شدتها، وإسهال. قد توجد في البراز مواد مخاطية ودم. قد يحدث صداع، تقلصات في العضلات، عرق وقشعريرة، إجهاد، ضعف النبضات Weak pulse، وصعوبة في التنفس. عادة تكون درجة حرارة الجسم أقل من الدرجة الطبيعية، ونادراً ما يحدث حمى (إرتفاع في درجة الحرارة).

عادة فترة المرض تكون قصيرة يوم أو يومين فقط (٦-٢٤ ساعة في المتوسط) بعدها يتم الشفاء بدون مضاعفات مرضية وتعود الحالة إلي طبيعتها. الوفاة نادرة الحدوث في هذا التسمم وفي معظم الحالات لا يعطى علاج، ما عدا في الحالات الشديدة، حيث يعطى المريض محاليل ملحية Saline وذلك لاستعادة التوازن الملحي ومعالجة الجفاف. وقد أشارت بعض التقارير إلي أن حوالى ١٠ % من حالات التسمم تحتاج إلي علاج داخل المستشفيات، كما أن معدل الوفاة قد يصل إلي ٤%.

ويمكن القضاء على هذا النوع من التسمم بواسطة الطرق الصحية المتعارف عليها ومنها:

- إستخدام مواد أولية ذات جودة عالية في التصنيع لمختلف الأغذية.
- تتبع الطرق الصحية في الإنتاج.
- إستبعاد العاملين الحاملين للميكروب عن طريق الفحص الطبي لهم.

كما يمكن منع نمو الميكروب في الغذاء وذلك عن طريق:

- التبريد الجيد.
- تعديل في الأس الهيدروجيني(pH) لزيادة حموضة الغذاء.
- إضافة المواد المثبطة للبكتيريا Bacteriostatic مثل السيرين أو مواد حافظة.
- بعض الأغذية قد يتم بسترتها للقضاء على الميكروب، وذلك قبل حفظها على درجة الحرارة العالية.

وقد وجد أن حفظ الأغذية عند درجة حرارة أقل من ٤,٤°م، أو أعلى من ٦٠ °م حتى إستهلاكها يمنع نمو البكتريا العنقودية، حيث تبقى أعداد هذه البكتريا منخفضة كما تبقى الأغذية خالية من السموم ويمكن القضاء عليها بتسخين الغذاء لمدة ٣٠ دقيقة على الأقل.

الأغذية الناقلة

تشمل الأغذية الشائعة في هذا النوع من التسمم اللحوم ومنتجاتها والسمك ومنتجاته، اللبن ومنتجاته، السلاطات، الفطائر، مواد حشو المخبوزات، عادة تكون بيئة جيدة لنمو Staphylococci، أثناء حفظ هذه المنتجات عند درجة حرارة الغرفة. حفظ الأغذية، خاصة اللحوم ومنتجاتها ولحوم الدجاج والديك الرومي، خارج الثلاجة يسبب التسمم، وقد وجد أن ٧٥% من حالات التسمم العنقودي، تعزي إلي عدم التبريد الجيد للأغذية. وقد تسبب الأغذية التى تحفظ ساخنة بالبخار في مناضدد الإعداد في الكافتيريات والفنادق ومطاعم الوجبات السريعة وماكينات بيع الأغذية، حيث تبقى الأغذية ساخنة لمدة طويلة، خاصة إذا كانت درجة الحرارة والمدد ليست مراقبة بدقة.

الوقاية

تشمل طرق الوقاية من التسمم الغذائي العقنودي ما يلي:

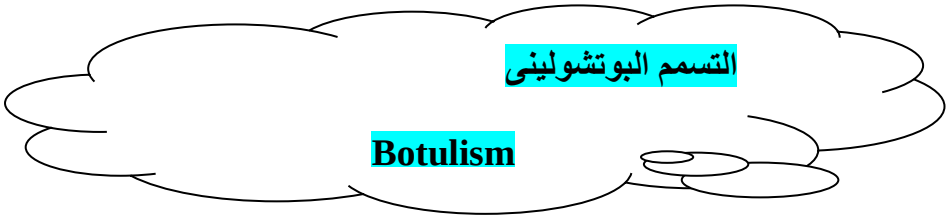
١- منع تلوث الغذاء ببكتريا Staphylococci

٢- القضاء على Staphylococci في الغذاء.

وقد وجد ان حفظ الأغذية عند درجة حرارة أقل من ٤,٤ °م (٤٠°ف)، أو أعلى من ٦٠°م (١٤٠°ف) حتى استهلاكه، يمنع من نمو البكتريا العنقودية، حيث تبقى أعداد هذه البكتريا منخفضة، كما تبقى الأغذية خالية من التوكسين. وقد أجريت دراسة في الفترة من ١٩٦١- ١٩٧٢م على ٧٠٠ حالة تسمم غذائى حدثت في هذه الفترة للتعرف على العوامل المسببة للتسمم، وقد وجد أن أهم العوامل المساهمة في هذا التسمم:

١- التبريد غير الجيد.
٢- إعداد الغذاء مبكراً بفترة طويلة قبل إستهلاكه.
٣- العاملين في تداول وتحضير الأغذية من حاملى الميكروب.
٤- عدم الطهي الجيد أو المعاملة الحرارية الجيدة.
٥- حفظ الأغذية دافئة عند درجة حرارة مناسبة لنمو البكتريا.

كما أن عامل التبريد غير الجيد ساهم في ٢٥,٥% من حالات التسمم، وأن الخمس عوامل السابقة قد ساهمت في ٦٨% من حالات التسمم. ويجب مراعاة أن الأغذية الناقلة للميكروبات العنقودية، يجث عدم حفظها في نطاق درجات حرارة نمو الميكروبات العنقودية لفترة لا تزيد عن ٣- ٤ ساعة.



عرف هذا التسمم منذ أكثر من ١٠٠٠ عام كمرض ناتج عن الغذاء، تعنى كلمة Botulism المرض الذى ينتج من السجق Sausage (الكلمة اللاتينية Botulus تعنى السجق) يعتبر هذا النوع من التسمم من أخطر أنواع التسمم الغذائي البكتيري، من حيث فاعليته، لكنه أقل انتشاراً في العالم. هذا المرض يصيب الإنسان والحيوان ويسبب الوفاة، ويمكن الشفاء منه إذا أعطى مضاد السم Polyvalent botulinum antitoxin.

يحظى هذا التسمم باهتمام كبير، نظراً لارتفاع نسبة الوفياتولكن مع الاهتمام المتزايد به أدي ذلك إلي انخفاض نسبة الوفيات. فمثلاً كانت نسبة الوفيات في الفترة ما بين ١٨٩٩- ١٩٤٩ أعلى من ٦٠%، وانخفضت إلي ٢٣% في الفترة من ٧٠- ١٩٧٣، وحالياً وصلت نسبة الوفيات إلي أقل من ١٠%.

يحدث هذا المرض نتجه تناول أغذية محتوية على توكسين شديد السمية، توكسين عصبى Neurotoxin، يفرزه *Clostridium botulinum*. لكى يحدث هذا التسمم فإنه يجب أن تتوفر الظروف التالية:

١) وجود جراثيم *Cl. botulinum* من أنواع B, A أو E في الغذاء الذى يتم تعليبه أو معاملته بطرق أخرى.
٢) غذاء تستطيع الجراثيم أن تنمو فيه، وأن تستمر الخلايا الناتجة في النمو وإنتاج التوكسين.
٣) عدم كفاءة المعاملات الحرارية في عملية التعليب أو المعاملات الأخرى ومقاومة جراثيم الميكروب لهذه المعاملات.
٤) مناسبة الظروف البيئية بعد المعاملات التصنيعية، لإنبات الجراثيم ونمو الميكروب وإنتاج التوكسين.
٥) عدم كفاءة عملية الطهي في أتلاف التوكسين.
٦) تناول الغذاء الحامل للتوكسين.

يوجد نوعان من التسمم البوتشولينى

١- تسمم البالغين Adult botulism الذى يحدث نتيجة تناول الغذاء المحتوي على التوكسين الذى يفرزه *Cl. botulinum* (أى In vitro).
٢- تسمم الأطفال الرضع Inflant botulism حيث نمو جراثيم *Cl. botulinum* في الأمعاء منتجة التوكسين في الجسم الحى (أى In Vivo)

الميكروب المسبب ***Clostridium botulinum***

ميكروب عصوي طويل حجمه ٠,٥-١ × ١ um، متجرثم ويكون جرثومة بيضاوية تحت طرفية والأسبورانجيا منتفخة، موجب لجرام و لاهوائى حتمى (إجبارى)، محب للبرودة ولكن ينمو في نطاق من درجات الحرارة يتراوح بين ١١- ٤٨°م ومتحرك عند ٢٠- ٢٥°م، واسع الانتشار في التربة ويوجد أيضاً في البيئات البحرية.

تم التعرف حتى الأن على سبع أنواع سيريولوجية (A-G) من هذا الميكروب، الأنواع G, D, C لم يثبت حتى الأن إنها تصيب الإنسان، ولكنها تسبب وفاة عدد كبير سنوياً من الطيور الأليفة والبرية وغيرها من الحيوانات في جميع أنحاء العالم. عندما ينمو أنواع E, B, A أو F في الغذاء، فإنها تنتج توكسينات عصبيه Neurotoxin قوية جداً قد تؤدي إلي الوفاة.

- نوع A: أكثر الأنواع شيوعاً في إحداث التسمم في الإنسان، وهو أكثر سمية من النوع B.
- نوع B: أكثر شيوعاً من النوع A في معظم التربة في جميع أنحاء العالم، وأقل سمية في الإنسان.
- نوع C: يسبب التسمم في الطيور والماشية، ولا يصيب الإنسان.
- نوع D: يسبب التسمم في الماشية عن طريق تناول الملوث خاصة في جنوب أفريقيا.
- نوع E: سام للإنسان عن طريق الأسماك ومنتجاته.
- نوع F: مماثل للنوع B, A وقد تم عزله في الدنمارك، ويسبب تسمماً للإنسان.
- نوع G: تم عزله من التربة في الأرجنتين، ولا يسبب تسمماً للإنسان.

السلالات لا تنتج نوع واحد من التوكسين، فمثلاً بعض سلالات من نوع C تنتج توكسين C1 بدرجة كبيرة مع كميات قليلة من D, C2 أو C2 فقط. سلالات نوع D تنتج أساساً توكسين D مع كميات أقل من توكسينات C2،C1. وفي دراسة عن حالات الإصابة بالتسمم البوتشولينى في الولايات المتحدة، وجد أن ٢٣,١%، من حالات التسمم كانت نتيجة نوع A، ٦,٣% نوع B، ٣,٢% نوع E.

سلالات A ومعظم سلالات B محلله للبروتين، وتسبب عفونة Putrefactive بدرجة كافية، تؤدي إلي ظهور رائحة كريهة في الأغذية البروتينية، لكن بعض سلالات B وكذلك E غير محلله للبروتين ولا تسبب مثل هذه التغيرات. بعض أنواع B, A قد لا تسبب تغيرات تعفنية واضحة في الأغذية المنخفضة البورتين، إلا أنها تنتج توكسين.

تقسم سلالات *Cl. botulinum* إلي ثلاث مجموعات طبقاً للصفات المزرعية والفسيولوجية على النحو التالى:

- مجموعة I: وتشمل جميع سلالات A (محللة للبروتين)، سلالات B, F المحللة للبروتين.
- مجموعة II: وتشمل جميع سلالات E (غير المحللة للبروتين) وسلالات B, F غير المحللة للبروتين.
- مجموعة III: وتشمل أنواع D, C وهي غير محللة للبروتين، ومسار التمثيل الغذائى فيهما متماثل.

مصدر الميكروب

يعتقد أن التربة هي الموطن الأصلى *Cl. botulinum*، حيث توجد الجراثيم في كل من التربة المزروعة وغير المزروعة (التربة البكر) في جميع أنحاء العالم. يوجد أيضا على الخضراوات الملامسة للتربة الملوثة وكذالك الاسماك وتتمكن من النمو داخل المواد الغذائية المعلبة ذات رقم حموضة أعلى من ٤,٥.

آلية حدوث العدوى

تنتج هذه البكتيريا سم حساس للحرارة يؤثر علي الجهاز العصبي Heat-labile neurotoxin درجة الحرارة المثلي لنموه وإنتاجه للسموم هي ٣٥°م في حالة السلالات المحللة للبروتين و٢٦°م للسلالات الغير محللة للبروتين مثل B,E,F والتي بإمكانها النمو وإنتاج السموم علي درجات حرارة التبريد, وهناك ثلاثة آليات محتملة للتسمم البوتشيوليني تعرف بـ Food botulism, Wound botulism, Infant botulism .

النمو وإنتاج التوكسين

يعتمد إنتاج التوكسين بواسطة *Cl. botulinum* على قدرة الخلايا على النمو في الغذاء وقدرتها على التحلل الذاتى فيه، يتكون توكسين F, E, B, A في صورة بروتين غير نشط، الذى يصبح ساماً تماماً بعد حدوث بعض التحلل المائي له. لذلك فإن العوامل التى تؤثر على إنبات الجراثيم والنمو ، وبالتالى إنتاج التوكسين على درجة كبيرة من الأهمية. تشمل هذه العوامل ما يلى:

١. تركيب الغذاء أو بيئة النمو، (فمثلاً من المعروف أن الجلوكوز أو المالتوز ضروري لإنتاج التوكسين).
٢. محتوي الرطوبة.
٣. الحموضة pH.
٤. جهد الأكسدة والاختزال (Eh).
٥. محتوي NaCL.
٦. درجة حرارة وطول فترة تخزين الغذاء.

تحدد هذه العوامل مجتمعة مع بعضها حجم النمو ومعدله وإنتاج التوكسين. لذلك فإن صفات الغذاء تحدد الحد الأدني لدرجة pH أو درجة الحرارة، والحد الأقصى لتركيز NaCl للنمو وإنتاج التوكسين. وتختلف النتائج طبقاً للصفات السيرولوجية لنوع الميكروب والسلالة المستخدمة.

وقد أجريت كثير من الدراسات على إنتاج التوكسين في مختلف الأغذية ووجد أن اللحوم والأسماك، الأغذية المعلبة منخفضة أو متوسطة الحموضة تشجع من إنتاج التوكسين، الذى يختلف في شدة سميته. وقد أشار البعض إلي ان بيئات النمو المحتوية على لبن أو كازين وجلوكوز أو مالتوز، ومحلول منقوع الذرة Corn-steep liquor تنتج توكسين من نوع A أكثر سميه عن غيرها من البيئات.

وقد وجد أن القصدير الذائب من العلب يثبط من النمو وإنتاج التوكسين في الخضروات المعلبة، وقد دلت التجارب التى أجريت على اللحوم المجففة، أن معدل تكوين التوكسين يكون أبطأ عندما يكون محتوي الرطوبة ٤٠% مقارنة بمحتوي الرطوبة ٦٠%، وأن انخفاض الرطوبة إلي ٣٠% يوقف تكوين التوكسين.

درجة الحرارة المثلى لإنتاج التوكسين ونمو السلالات المحللة للبروتين تكون حوالى ٣٥°م، بينما درجة حرارة ٢٦ إلي ٢٨°م عادة تمثل درجة الحرارة المثلى للسلالات غير المحللة للبروتين. ومن الواضح أن إنخفاض معدل إنتاج التوكسين يحتاج إلي وقت أطول للحصول على كميات محسوسة من التوكسين.

المقاومة الحرارية للجراثيم

بالمقارنة مع جراثيم معظم أنواع Clostridia الأخرى، فإن جراثيم الميكروبات اللاهوائية المحللة للبروتين (المتعفنة) Pntrefactive anaerobes ، ومنها *Cl. botulinum* تتميز بمقاومتها العالية للحرارة. تعتمد المعاملة الحرارية الضرورية للقضاء على جميع الجراثيم في غذاء ما على نوع الغذاء، نوع وسلالة *Cl. botulinum*، البيئة التى تتكون فيها الجراثيم، درجة الحرارة التى تتكون عندها الجراثيم، عمر الجراثيم وعدد الجراثيم الموجودة. وقد وجد بعض الباحثين أنه يمكن القضاء على جميع جراثيم *Cl. botulinum* في الغذاء بالمعاملات الحرارية التالية: ١٠٠°م/ ٣٦٠ دقيقة، ١٠٥°م/ ١٢٠ دقيقة، ١١٠°م/ ٣٦ دقيقة، ١١٥°م/ ١٢ دقيقة و ١٢٠°م/٤ دقائق. وعموماً فإن جراثيم ميكروبات أنواع E, D, C أقل مقاومة للحرارة عن جراثيم أنواع B, A جراثيم نوع E يمكن القضاء عليها بالتسخين على درجة حرارة ٨٠°م لمدة ١٥ دقيقة.

التوكسينات

تعتبر توكسينات *Cl. botulinum* من أخطر السموم البكترية تنتج بواسطة الخلايا النامية تحت ظروف مثالية Optimal، كما وجد أن الخلايا الكامنة Resting cells تكون توكسينات أيضاً. توجد سبعة أنواع من التوكسينات : A, B, C, D, E, F, G . وقد وجد أن أنواع E, D, A وكذلك F تكون سامة للإنسان، بينما أنواع D, C سامة للدواجن والماشية والأغنام. كما تشير البيانات أن توكسين B أكثر انتشاراً في أوروبا، بينما توكسين A أكثر انتشاراً في الولايات المتحدة الأمريكية. يوجد توكسين E في الأغذية

البحرية (الأسماك والأصداف). تنتج توكسينات Botulism تحت ظروف لا هوائية (الأغذية المعلبة والسجق). الظروف المثلى لنمو الميكروب وإنتاج التوكسين عند pH ٤,٨– ٨,٥ درجة حرارة ٣٠°م، كما يمكن أن تتكون هذه التوكسينات عند درجة حرارة أقل.

يحدث التسمم البوتشولينى نتيجة تكوين توكسينات عصبية Neurotoxins في الغذاء. يمتص التوكسين أساساً في الأمعاء، عندما يصل التوكسين إلي مجري الدم فإنه يدخل الجهاز العصبى الطرفىPeripheral nervous system حيث يمنع إفراز Acetyl choline الذى ينقل الأشارات أو الرسائل العصبية، مما تؤدي إلي تقصل العضلات (الليفة العضلية)، وتسبب شلل العضلات Muscular paralysis. في حالات التسمم الشديدة يكون الشلل واضحاً، وتحدث الوفاة نتيجة شلل الجهاز النفسى في خلال ٣– ٦ أيام. توكسين A أكثر سمية من توكسين B أو E. معدل الوفاة في حالة التسمم بتوكسين B أقل عما في حالة توكسين A. قد يحدث شفاء كامل في حالة التسمم بتوكسين B، حتى عند وجوده بكميات محسوسة في الدم.

على عكس توكسينات البكتريا العنقودية، فإن توسكينات Botulism غير مقاومة للحرارة، حيث يمكن أتلافها بالتسخين عند ٨٠°م لمدة ١٠ دقائق أو الغليان لعدة دقائق. وقد وجد في التجارب المعملية أن التسخين عند ٨٠°م لمدة ٥–٦ دقيقة تتلف توكسين A، التسخين عند ٩٠°م لمدة ١٥ دقيقة تتلف توكسين B. الطهي الكامل للأغذية المحتوية على توكسين (٨٠°م/١٠ دقائق) يؤدي إلي الإتلاف الكامل للتوكسين حساسية هذه التوكسينات للحرارة قد ساعدت بدون شك على الحد بدرجة كبيرة من حدوث حالات التسمم البوتشولينى في الإنسان. لذلك ينصح بتعريض الأغذية المعلبة للغليان قبل تناولها.

التوكسينات السبع (A إلي G) السابق ذكرها لها صفات أنتيجيه، عندما تصل إلي الدم تسبب إنتاج مضادات توكسين نوعية Specific تناسب التوكسين المحقون. يتم تحضير التوكسيدات Toxoids (تحويل التوكسين من مادة سامة إلي غير سامة Toxoid) لبعض الأنواع لتلقيح العاملين في مجال الأغذية، الذين يتعرضون لخطر التسمم البوتشولينى، حيث ان هذه التوكسيدات تحفز الجسم على إنتاج مضادات التوكسين التى تعادل التوكسين الميكروبي المتكون بجسم العائل.

الأغذية وثيقة الصلة بالميكروب

الأغذية منخفضة الحموضة المعلبة بطريقة التعليب المنزلي الغير مصنعه جيدا والتداول غير الصحي (خلل في ضبط درجات الحرارة) للوجبات مثل سجق اللحم (نادرة الحدوث في الوقت الحالي) والفطائر وحساء اللحم بالخضروات (أرغفة لحم الرومي مع البصل والفلفل الأخضر والجزر والبطاطس الغير مقشرة), هي أكثر الأغذية ذات الصلة الوثيقة للإصابة بهذه البكتيريا, هذا وتخلو سجلات الصحة من حالات مسجلة للأغذية المعلبة تجاريا إلي حد بعيد إلا أن احتمال حدوث أخطاء أثناء التصنيع مرتفعة جدال.

الأعراض المرضية

عادة تظهر أعراض التسمم البوتشولينى خلال ١٢-٣٥ ساعة من تناول الغذاء الملوث المحتوي على التوكسين، ومع ذلك فقد تكون فترة الحضانة طويلة تصل إلي ٨ أيام. ويتوقف ذلك على جرعة التوكسين الموجودة في الغذاء. وقد وجد أن جرعة ضئيلة من التوكسين تصل إلي ٠,١ جرام تسبب التسمم البوتشولينى في الإنسان.

تكون الأعراض المبكرة عادة عبارة عن اضطرابات في الجهاز الهضمي، يعقبها غثيان، قيء واحتمال حدوث إسهال، دوخة وصداع، وغالباً ما يكون ذلك غير مصحوب بارتفاع في درجة الحرارة (حمي)، وقد يظهر الإمساك بعد ذلك.

قد يصاب المريض بازدواج في الرؤيا (زغللة) وصعوبة في البلع والكلام، قد يشكو المريض من جفاف الفم وتقلص الحلق، وانتفاخ اللسان. درجة الحرارة قد تكون طبيعية أو أقل. يحدث شلل في العضلات الإرادية وينتشر إلي الجهاز التنفسي والقلب وتحدث الوفاة نتيجة فشل الجهاز التنفس. تتشابه أعراض التسمم في أنواع E, B, A بالرغم من أن الغثيان، القيء واحتباس البول، عادة يكون أشد وطأة مع توكسين E و تحدث الوفاة في حالات التسمم الشديد، في خلال ٣-٦ أيام من تناول الغذاء المحتوي على التوكسين، وقد تكون هذه الفترة أطول أو أقصر.

العلاج

يمكن معالجة التسمم البوتشولينى بحقن المريض بمضاد التوكسين Antitoxin، إلا أن هذه الطريقة تكون غير ناجحة، إذا تم الحقن بعد ظهور أعراض التسمم، لذلك يجب استخدامه مبكراً بقدر الإمكان لضمان نجاح العلاج والتغلب على الإضراب الناجحة عن التوكسين. يمكن إجراء التنفس الاصطناعي مع بقاء المريض هادئاً والمحافظة على أتزان السوائل في الجسم.

الإجراءات الوقائية

أكثر الإجراءات الوقائية شيوعا هي القضاء علي الخلايا الخضرية والجراثيم بواسطة المعاملة الحرارية كما في عملية تعليب الأغذية منخفضة الحموضة, والتحميض لخفض الـ pH لأقل من ٤,٦, وإضافة أملاح النيتريت لمنع نمو وإنبات الجراثيم, وأخيرا خفض النشاط المائي حتى ٠,٩٣ (النشاط المائي) (aw) هو نسبة ضغط بخار الماء في المادة الغذائية (p) إلي ضغط بخار الماء النقي (po) أي أن aw = p/po.

طرق الحماية من التسمم الغذائي

١. الاهتمام بالنظافة الشخصية وغسل اليدين للأشخاص العاملين في مجال اعداد الأغذية.

٢. يجب ان يتم تداول الاغذية ومنتجاتها في ظروف غير مناسبة لانتقال العدوى.

٣. العناية بالحوم ومنتجاتها فيجب اتباع الاشتراطات الصحية اثناء عمليات الذبح مع الإعتناء بعمليات التصنيع.

٤. التأكد من خلو العاملين من الاصابة او حمل المكروبات.

٥. منع التدخين في اماكن تصنيع الاغذية لمنع انتقال ميكروبات الفم خلال الادخنة.

٦. تداول الاغذية في عبوات وأواني مغطاة وعدم تناول معلبات الأغذية المنتفخة وغيرها من علامات الفساد.

٧. الاهتمام بعمليات طهي الاغذية باستخدام الحرارة العالية بكفاءة.

٨. إستخدام معاملات حرارية معتمدة في تعليب الأغذية.

٩. عدم تذوق الغذاء المشتبه فيه أو الذى يحتوي على أطعمة وروائح غير مرغوبة.

١٠. تجنب تناول الأغذية التى تم طهيها وحفظت لفترة، ولم يتم تسخينها بدرجة كافية بعد ذلك.

١١. غلى الغذاء المشكوك فيه لفترة لا تقل عن ١٥ دقيقة.

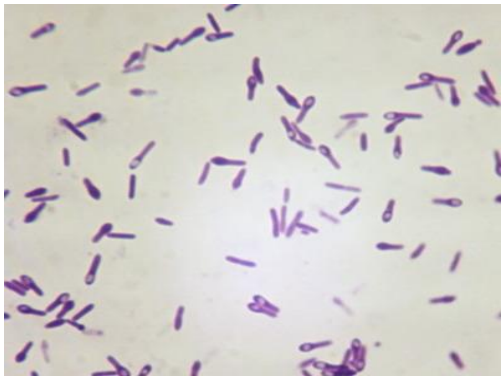
١٢. تجنب استخدام الأغذية المجمدة (الخام أو المطبوخة) التى تم تسيحيها وحفظها على درجة حرارة الغرفة.

التسمم البرفرنجي

Perfringens poisoning

بدأ ظهور هذا التسمم في الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٤٥، نتيجة حدوث تسمم جماعى من تناول لحم دجاج مطبوخ بعد تركه لفترة عدة ساعات بعد الأعداد. أصبح هذا التسمم من التسممات الشائعة منذ الثمانيات في جميع أنحاء العالم. وفي التسعينات وجد أن هذا التسمم يحتل المرتبة الثانية في المملكة المتحدة، المرتبة الثالثة في الولايات المتحدة، من حيث الانتشار بين بقية أنواع التسمم الغذائي الأخرى.

يقترن هذا التسمم بصفة عامة بالتغذية الجماعية في المدارس، المطاعم والمستشفيات والأفراح، وغيرها من التجمعات الكبيرة مثل المعسكرات والرحلات، أما حدوث هذا التسمم على مستوي المنازل فهو محدود، ويحدث عادة مع تحضير الأغذية مقدماً (قبل فترة طويلة من الاستهلاك) بكميات كبيرة، والتى يكون من الصعب تبريدها بكفاءة قبل الحفظ. وقد أشارت التقارير إلي ان هذا الميكروب كان مسئولا عن ١٩٠ حالة outbreak تسمم شملت ١٢,٢٣٤ فرداً في الولايات المتحدة الأمريكية في الفترة ما بين ١٩٧٣ إلي ١٩٨٧م.



الميكروب المسبب ***Clostridium perfringens***

ميكروب عصوي(١,٣×٠,١ -٩-٣ um)، متجرثم يكون جراثيم طرفيه، موجب لجرام، غير متحرك، لا هوائى حتمى، ويمكن أن ينمو في وجود الأكسجين في مرحلة النمو اللوغاريتي. درجة الحرارة القصوى للنمو حوالى ٥٥°م ودرجة الحرارة المثلى للنمو حوالى ٤٣- ٤٧°م.

النمو يكون محدود عند ١٥-٢٠°م. درجة pH المثلى للنمو ٦-٧,٥. تقاوم البكتريا درجات حرارة التجميد، وتبقى حية عند ٥ إلي -٢٠°م. يوجد خمسة أنواع من هذه البكتريا (E-A)، يوجد نوع A في التربة، البراز، الرواسب البحرية والغبار، وهو أكثر الأنواع المسببة للتسمم في الإنسان، ويمثل حوالى ٩٤% من عدد العزلات من اللحوم والسجق المعامل. أنواع E, D, C, B بكتريا متطفلة على الحيوانات، بالرغم من أنها أحياناً توجد في الإنسان. تتميز هذه الانواع عن بعضها بواسطة نوع التوكسين أو مضادات التوكسين التى تفرزها أى منها، حيث يوجد ١٠ أنواع من التوكسينات. بالإضافة إلي أن النوع A يسبب التسمم للإنسان، فإنه أيضاً يسبب مرض الغارغارينا الغازية في الإنسان Gas gangrene وذلك عن طريق إفراز التوكسين من نوع ألفا (α). أما النوع C فهو نادر الانتشار ، ولكنه أكثر سميه من النوع A، يفرز نوعان من التوكسين ألفا(α) وبيتا (β)، بالإضافة إلي انها أكثر مقاومة للحرارة.

مصدر الميكروب

ينتشر في كل مكان، ومصادره التربة (يوجد في جميع أنواع التربة ما عدا الصحراوية) والماء والغبار، كما يتواجد في براز الإنسان والحيوانات الداجنة والذباب.

طبيعة التسمم

عندما يتم طهي الغذاء الملوث (خاصة اللحوم)، فإن الحرارة تطرد الأكسجين الذائب وتحفز البكتريا على تكوين الجراثيم. عندما يتم تبريد الغذاء فإنه يحدث إنبات للجراثيم، وتستمر الخلايا الخضرية في التكاثر ما لم يتم تبريد الغذاء تبريداً سريعاً وحفظه مبرداً حتى يعاد تسخينه جيداً قبل تناوله. هذا الميكروب قادر على التكاثر في نطاق واسع من درجة الحرارة (١٥-٥٠°م)، وينمو بطريقة مثلى عند درجة حرارة ٤٣- ٤٧°م، حيث تكون فترة الجيل، (الفترة اللازمة لتضاعف أعداد خلايا البكتريا)، قصيرة لدرجة تصل إلي ١٢ دقيقة.

يحدث هذا التسمم الغذائى للإنسان على النحو التالى:

١) تناول أغذية تحتوي على 10^{6} – 10^{7} خلية خضرية حية/جم من الغذاء.
٢) تكاثر الخلايا وتكوين الجراثيم داخل الأمعاء الدقيقة للإنسان أو الحيوان.
٣) تكوين توكسين معوي Enterotoxin، وهو عبارة عن بروتين ذات وزن جزئى ٣٥٠٠٠ دالتون، داخل الجراثيم أثناء مراحل تكوين الجراثيم، حيث يرتبط تكوين التوكسين بتكوين الجراثيم في أمعاء العائل. وقد وجد أن التوكسين لا يتكون أثناء تكوين الجراثيم خارج أمعاء العائل، وقد يتكون التوكسين في البيئات الغذائية الخاصة بتكوين الجراثيم في بعض أنواع البكتريا.
٤) خروج التوكسين من الجراثيم بعد تحلل جدرانها الخارجية في داخل الأمعاء الدقيقة.
٥) يسبب التوكسين أضراراً للخلايا الطلائية في الأمعاء تحت الظروف الطبيعية حيث يحدث امتصاص الماء، الكلوريد والصوديوم Cl^{-}, Na^{+} والجلوكوز في الأمعاء، وفي حالة وجود التوكسين يحدث تثبيط لإمتصاص الجلوكوز مع زيادة إفراز الماء Na^{+}, Cl^{-}، ونتيجة لذلك يحدث زيادة كبيرة في حركة السوائل وتتجمع السوائل، في تجويف الأمعاء الدقيقة، مما يؤدي إلي حدوث الإسهال.

تختلف طبيعة التسمم الغذائى البرفرنجي عن كل من التسمم البوتشولينى والتسمم العنقودي، حيث يقترن التسمم البرفونجي بدخول أعداد كبيرة من الخلايا الخضرية الحية مع الأغذية إلي الجهاز الهضمى، حيث تنمو وتتكاثر مكونه جراثيم بداخلها، التى ينطلق منه بعد تحلل جدر الجراثيم داخل الأمعاء ليسبب التسمم. بينما في النوعين الآخرين، تقترن طريقة التسمم بتواجد التوكسين في الأغذية التى يتناولها الإنسان. لذا يجب فحص الأغذية الناقلة للتسمم (المشكوك فيها)، مع فحص براز المريض بهذا التسمم للتأكد من وجود خلايا البكتريا من عدمها.

التوكسين

التوكسين المسئول عن التسمم توكسين معوي Enterotoxin عبارة عن بروتين ويعتقد أن عملية إنتاج التوكسين وتكوين الجراثيم، تحدث في وقت واحد وتحت ظروف بيئية متماثلة. تسبب سلالات نوع A جميع حالات التسمم الغذائي، بينما النوع C عادة يسبب مرض تليف الأمعاء Necrotic enterties في الإنسان، ويصل معدل الوفاة في هذا المرض إلي ٣٥- ٤٠%، بينما في حالات التسمم الغذائي بنوع A تحدث الوفاة في كبار السن والضعفاء.

وقد تم عزل التوكسين المعوي الخاص بسلالات النوع A، حيث يبلغ وزنه الجزئي ٣٦,٠٠٠ دالتون ونقطة التعادل الكهربائي IEP ٤,٣ هذا التوكسين غير مقاوم للحرارة حيث يتم إتلافه بالتسخين عند ٦٠°م لمدة ١٠ دقائق، كما إنه حساس لأنزيم Protenase ولكنه مقاوم لأنزيمات التربسين، الكيموتربسين والبابيين.

يتكون التوكسين في الخلايا المتحركة خلال المراحل المتأخرة من تكوين الجراثيم يفرز التوكسين مع الجراثيم، ويصل إنتاج التوكسين إلي أقصى حد له مباشرة قبل تحلل الإسبورانجيا Sporangium. الظروف التى تساعد على تكوين الجراثيم، تساعد أيضاً على إنتاج التوكسين. وقد وجد أن التركيب البنائى لبروتين التوكسين مماثل للبروتين الموجود في جدار الجراثيم. ومن المعروف أن التوكسين قد ينتج بواسطة الخلايا الخضرية بتركيزات ضئيلة ولكن في بيئات النمو، وعادة ينتج التوكسين فقط عندما يسمح بتكوين الجراثيم.

يوجد التوكسين في براز المصاب، حيث يتراوح بين ٣-١٦ ميكروجرام/ جرام براز. ولكى يحدث التسمم فإنه يجب توفر الظروف التالية:

١) تلوث الغذاء بميكروب *Cl. perfringens* (حوالى ١٠^{٦}/ جرام)
٢) طهي الغذاء عادة يؤدي إلي توفير ظرف مختزلة (لا هوائية) مناسبة.
٣) توفر درجة حرارة مناسبة، نتيجة عدم تبريد الغذاء بكفاءة، مع مرور فترة كافية من الزمن تسمح بنمو الميكروب بدرجة كافية.
٤) تناول الغذاء بدون إعادة تسخينه، حيث أن أعداد كبيرة من الخلايا الحية يتم تناولها مع الغذاء.
٥) تجرثم الخلايا (تكوين الجراثيم في الخلايا) داخل الجسم In vivo وإفراز التوكسين المعوي الذى يسبب التسمم.

الأعراض

تظهر الأعراض في خلال ٨-٢٤ ساعة، (غالباً بين ٨-١٢ ساعة)، من تناول الغذاء الملوث ويكون في صورة آلام في البطن وإسهال مع غثيان، وعادة بدون حدوث مضاعفات مرضية إلا في حالات كبار السن والأطفال، الذين قد يعانون من الإجهاد. هذه الأعراض عادة تكون غير مصحوبة بحمى أو قيء.

فترة المرض تكون قصيرة نسبياً مع إختفاء الأعراض في خلال ١٢-٢٤ ساعة، قد تحدث حالات وفاة احياناً بين المرضى كبار السن والضعفاء نتيجة الجفاف.

مصادر التلوث

- **الإنسان** يحتوي براز الإنسان الطبيعي على ١٠^{٣}-١٠^{٤}/ مل من النوعين C, A، وتنتقل هذه البكتريا إلي الأغذية عن طريق مياه المجارى وغيرها.
- **الحيوانات** يحتوي براز الحيوانات على نسب متفاوتة من هذه البكتريا، وبذلك تكون الأغذية وعلف الحيوانات عرضه للتلوث عن هذا الطريق.
- **الغذاء** تعتبر جميع اللحوم الطازجة مصدر هذه البكتريا، لذلك فإن الإنسان يكون عرضه للتسمم الغذائى عن طريق تناول اللحوم، التى لم تتعرض إلي درجات حرارة كافية أثناء الطهي، أو نتيجة ترك الأغذية لفترة طويلة تحت ظروف ملاءمة لنمو البكتريا بعد طهيها.
- **الذباب** يحمل الذباب بكتريا مقاومة للحرارة، وبذلك يكون الذباب عامل نقل رئيسي لهذه البكتريا إلي الغذاء.
- **التربة والغبار** تتواجد البكتريا في كافة أنواع التربة ما عدا الصحراوية، وفي حوالى٩٠% من غبار الدواجن.

الأغذية الناقلة

الميكروب المسبب للتسمم شائع الوجود في أمعاء الإنسان والحيوان وفي التربة، مما يؤدي إلي تلوث اللحوم والخضروات. توفر اللحوم المطبوخة، الدجاج، السمك، الفطائر والمرقبة ظروف جيدة للنمو. العامل الرئيسي في معظم حالات التسمم، يرجع إلي الفشل في تبريد الأغذية المطهية تبريداً جيداً، خاصة عندما تحضر هذه الأغذية بكميات كبيرة، كما يحدث في حالات التغذية الجماعية. الأغذية الأكثر شيوعاً في هذا التسمم اللحوم التى تم طهيها وتركت كي تبرد ببطء مع حفظها بعض الوقت قبل تناولها. تسبب اللحوم ومنتجات الدواجن حوالى ٧٥% من حالات تسمم *Cl. perfringens* عجينة السمك والدجاج البارد أيضاً من الأغذية المشاركة في هذا التسمم.

الوقاية

١) التبريد السريع ولدرجة مناسبة للحوم المطهية والأغذية الأخرى. عادة يجب حفظ اللحوم ومنتجاتها تحت درجات حرارة ٥,٥°م أو أقل وذلك لمنع الجراثيم من النمو والتكاثر لحين استهلاكها.
٢) حفظ الأغذية الساخنة عند درجات حرارة أعلى من ٦٠°م.
٣) إعادة التسخين الكامل للأغذية باردة أو المتبقي لدرجة حرارة ٦٥°م أو أعلى قبل استهلاكها.
٤) عدم إطالة الفترة الزمنية بين طهي الأغذية وحفظها بالتبريد.

٥) النظافة الشخصية للعاملين فيم جال أعداد وتداول الأغذية.

٦) التحصين بإستخدام التوكسيد Toxoid المحضر من مزارع *Cl. perfringens* من نوع C.

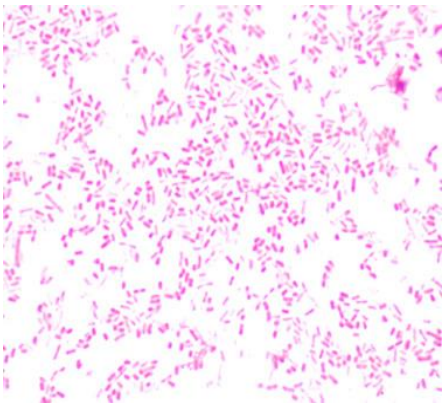
٧) الإعتماد على العاملين في مجال الأغذية، الذين يكون لديهم خبرة جيدة في تحضير وتخزين وتداول الأغذية.

التسمم الأيشريشى

Escheichia coli poisoning

بالرغم من *E. coli* من الفلورا الطبيعية في الأمعاء الغليظة في الإنسان والحيوان، إلا أن هناك بعض السلالات تستطيع أن تسبب بعض الأمراض المعوية وكذلك تسمم غذائى، وأحياناً الالتهاب السحانى والتسمم الدموي. أى سلالة تستطيع أن تسبب مرض الإسهال في الإنسان أو الحيوان تعرف بانها مرضية معوية Enteropathogenic.

الميكروب المسبب *E. coli*



هذه البكتريا عصوية قصيرة فردية (٠,٥- ٢×٣ um)، متحركة سالبه لجرام، غير متجرثمة، تحلل اللاكتوز والجلوكوز مع إنتاج غاز، كما تحلل السكروز والمانيتول، وتنتج الاندول ولا تخمر السترات ودرجة الحرارة المثلى للنمو ٣٧°، ونطاق درجة حرارة النمو يتراوح من ١٠ إلي ٤٠°م و درجة pH المثلى للنمو ٧- ٧,٥، ويتراوح نطاق pH للنمو من ٤,٥ إلي ٨,٥. الميكـــروب غير مقاوم للحرارة نسبياً، ويمكن القضاء عليه بسهولة عند درجات حرارة البسترة والطهي الجيد للطعام.

تقسم سلالات *E. coli* المرضية المعوية طبقاً لميكانيكية عدوي هذه السلالات إلي ٤ مجموعات:

١) سلالات (ETEC) Enterotoxigenic *E. coli*

تكون قادرة على الارتباط بالخلايا الطلائية المبطنة للأمعاء الدقيقة وتسبب إسهالاً، كما تنتج توكسينات مقاومة أو غير مقاومة للحرارة أو الأثنين معاً.

٢) سلالات (EIEC) Enterroinvasive *E. coli*

تكون قادرة على اختراق (غزو) الخلايا الطلائية في الأمعاء الدقيقة والقولون والتكاثر فيها، ولكن لا تنتج توكسينات مقاومة أو غير مقاومة للحرارة.

٣) سلالات (EPEC) Enteropathogenic *E. coli*

وتكون غير قادرة على مهاجمة (غزو) أغشية الأمعاء، أو إنتاج توكسينات مقاومة أو غير مقاومة للحرارة، بالرغم من أن هذه السلالات لها القدرة على الارتباط بالأغشية المخاطية للأمعاء الدقيقة.

٤) سلالات (EHEC) Enterohemorrhagic *E. coli*

وهي سلالات سيرولوجية، من أهمها 0157: H7، تسبب نزيف الأغشية المخاطية للقولون والذى يتميز بإسهال دموي شديد قد يؤدي إلي الوفاة بالإضافة إلي ذلك فإن المرضى غالباً ما تعانى من أعراض البول الدموي والذى يسبب أضراراً بالغة في الكلى، قد يؤدي إلي ضرورة زراعة أو نقل كلى.

تقسم هذه السلالات سيريولوجيا طبقاً لأنتجينات الخلايا antigens حيث يوجد ٣ أنواع من الأنتيجينات:

- (O–antigens) أنتيجنات جسميه مقاومة للحرارة.
- (Vi) (K–antigens) أنتيجنات كبسولية غير مقاومة للحرارة.
- (H–antigens) أنتيجنات الأسوط (الفلاجلا) غير مقاومة للحرارة.

أ- التسمم الإيشريشى المعوي Enterotoxigenic *E. coli* (ETEC)

تنتج سلالات ETEC نوعين من التوكسينات المعوية Enterotoxins، أحدهما غير مقاوم للحرارة Heat– labile (LT)، والثانى مقاوم للحرارة Heat–stable (ST) ومعظم السلالات تنتج كل من النوعين من التوكسينات، إلا أن بعض السلالات تنتج نوع واحد فقط. كما يعتقد أن هذه التوكسينات مسئولة عن مرض إسهال الرضع Infantile diarrhea، وكذلك مرض إسهال المسافرين Traveller's diarrhea.

توكسين LT	توكسين ST
- عبارة عن بروتين - غير مقاوم للحرارة - غير مقاوم للأحماض.	- عبارة عن ببتيدات عديدة Polypeptide حامضية (لا تحتوي على أحماض أمينية قاعدية). - مقاومة للحرارة ويتم أتلافها بالتسخين عند ١٠٠°م لمدة ١٥ دقيقة. - مقاومة للأحماض. - ويوجد نوعان من توكسين ST وهما Sta ، Stb
يساعد الميكروب على الإرتباط بالخلايا الطلائية المبطنة للأمعاء، وينشط أنزيم Adenylate cyclase مما يؤدي إلي خللاً أو اضطراباً في وظائف الخلايا الطلائية، وبالتالى إلي زيادة إفراز السوائل (الماء والإلكيتروليتات –CL ، +Na) في تجويف الأمعاء وحدوث إسهال مائى غزير . مما يؤدي إلي إفراغ متكرر لبراز مائى.	التوكسين ST يؤثر بطريقة مماثلة للتوكسين LT، حيث ينشط أنزيم Guanylate cyclase، مما يزيد من إفراز السوائل في تجويف الأمعاء وحدوث إسهال مائى.

الأعراض

تظهر الأعراض بعد فترة حضانة تتراوح من ١٢ إلي ٧٢ ساعة من تناول الغذاء الملوث، وتشمل إسهال مائي حاد وألم في البطن، وأحياناً غثيان ونادراً ما يحدث قيء وتستمر الأعراض ١-٧ أيام، حيث يتم شفاء المرضى، ومع ذلك في الأطفال الذين يعانون من سوء التغذية في الدول النامية، فإن أعراض المرض قد تستمر عدة أسابيع وقد يحدث جفاف للأطفال.

الأغذية الناقلة

يمكن عزل هذه الميكروبات من كثير من الأغذية الخام (النيئة)، خاصة الأغذية الحيوانية ونظراً لأن *E. coli* جزء من فلورا الأمعاء الإنسان، فإن وجودة يكون دليلاً على عدم النظافة وتداول الأغذية تحت ظروف صحية سيئة، ويمكن أن يستخدم كدليل على التلوث بالراز كما تحدث حالات مرضية كثيرة بواسطة ETEC عن طريق الماء.

الوقاية

نظراً لأن *E. coli* من الملوثات البرازية الشائعة، فإنه يجب اتخاذ الاحتياطات الكافية لتجنب التلوث المباشر للأغذية من البراز ، وذلك بالاهتمام بالنظافة الشخصية وخاصة للعاملين رفي تحضير وتداول الأغذية. كما يجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة لمنع تلوث المياه بالمجارى، وكذلك الطهي الكامل للأغذية التى يحتمل تلوثها وكذلك تجنب تلوث الأغذية المطهية من الأغذية الخام. كما يجب عدم إستخدام فضلات المجارى غير المعاملة في تسميد المحاصيل والخضروات.

تحدث حالات التسمم الغذائى *E. coli* نتيجة تلوث الأغذية بالبراز، حيث تنمو وتتكاثر الميكروبات عند حفظ الأغذية على درجات حرارة مناسبة لنمو هذه الميكروبات . لذلك فإنه يجب حفظ الأغذية المعدة للاستهلاك تحت ظروف تبريد مناسبة (درجة حرارة لا تزيد عن ٧°م).

ب- تسمم الإسهال الدموي الأيشريشى Enterohaemorrhagic *E. coli* (EHEC)

في عام ١٩٨٢ حدثت حالات تسمم في بعض المناطق في الولايات المتحدة الأمريكية، نتيجة تناول سندوتشات لحم مفروم من مطعام الوجبات السريعة. جميع المصابين كانوا يعانون من إسهال دموي Hemorrhagic colitis وتقلصات شديدة في البطن، مدة الحضانة ٤-٥ أيام، وتستمر الأعراض فترة ٣ إلي أقل من ٧ أيام، وقد تم عزل سلالة *E. coli* 0514: H7 من براز المرضى.

توجد أنواع سيريولوجية من *E. coli* تسبب هذا المرض، وقد وجد أن حالات نزيف القولون مرتبط بنوع واحد من الأنواع السيريولوجية (0157:H7)، وتوجد أنواع أخرى مثل , 0111 , 0113 ,0121 , 0145 026 قد تسبب أيضاً إسهال دموي أقل شدة.

الأعراض

يحدث نزيف القولون الدموي Haemorrhagic colitis (HC)، وهو إسهال مصحوب بدم غزير واضح في البراز، مصحوب بألم شديد في البطن، ثم يصبح شديداً ومماثلاً لإلتهاب الزائدة الدودية Appendicitis. وقد يحدث قيء، وقد يصاحبه حمى خفيفة. حوالي ١٠% من الحالات تتطور إلي مرض يعرف بأعراض البول الدموي Uraemic، والذى يسبب أضراراً خطيرة في الكلى تحتاج إلي عمليات غسيل كلوي، وقد يؤدي إلي ضرر دائم في الكلى يحتاج إلي نقل أو زراعة كلي. تختلف فترة الحضانة من ٢–٨ يوم، وقد تصل إلي ١٢ يوم، وقد تستمر أعراض المرض فترة تصل إلي ٨ أيام.

الأغذية الناقلة

تم عزل *E. coli* 0157 من براز الأبقار مما يدل على أن الماشية قد تكون مصدر لهذه العدوي وقد وجد أن تلوث الذبيحة أثناء عملية الذبح والأعداد، يجعل اللحم البقرى ومنتجاته مصدراً لهذه العدوي. كما يمكن أن ينتقل الميكروب من الماشية إلي الإنسان عن طريق استهلاك لبن هذه الحيوانات. كما حدثت حالات مرضية نتيجة استهلاك لبن خام أو لحم بقرى خام أو مطهي جزئياً.

الوقاية

يجب تجنب تناول الأغذية من أصل حيواني في صورة خام أو مطهية جزئياً، خاصة اللحم البقرى المفروم، مع أخذ الإجراءات الكافية والمعاملات التى قد تؤدي إلي منع تلوث الأغذية المطهية من الأغذية الخام. كما يجل مراعاة النظافة الشخصية للأفراد المتعاملين مع تحضير وتداول الأغذية.

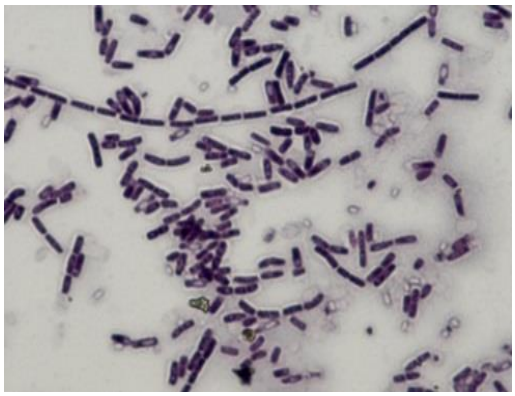
التسمم الباسيللى

Bacillus cereus poisoning

من المعروف أن *Bacillus cereus* يسبب تسمم غذائي منذ عام ١٩٠٦م وتم اكتشاف ذلك نتيجة تناول بعض الاشخاص وجبات من كفتة اللحم Meat balls و مهروس البطاطس وقشدة مبسترة.

وقد تم التعرف على نوعين من هذا التسمم، يسبب كل منهما نوعين مختلفين من التوكسينات، أحدهما يسبب القيء Emetic والثانى يسبب تسمم الإسهال Diarrhoeal، يتجرثم *B. cereus* بسهولة في الغذاء، على عكس *Cl. perfringens*، لذلك فإن *B. cereus* يقاوم المعاملة الحرارية، وبالتالي تنمو الجراثيم وتتكاثر وتسبب التسمم. وعموماً فإن *B. cereus* أكثر انتشاراً في حالات تسمم الأغذية عن *Cl. perfringens*.

الميكروب المسبب ***Bacillus cereus***



ميكروب عصوي (١-١,٢ × ٣-٧ um)، متجرثم ويكون جراثيم وسيطه والجراثيم مقاومة للحرارة، هوائى ولا هوائى إختياري وتتراوح درجة حرارة النمو من ١٠ إلي ٥٠°م، الدرجة المثلى للنمو ٢٨-٣٥°م. يتراوح نطاق pH النمو من ٤ إلي ٣، لا يستطيع هذا الميكروب النمو في وجود Na Cl بتركيز يصل إلي ١٠%.

يوجد ٢٦ نوع سيريولوجي مختلف من *B. cereus* تسبب التسمم، وقد تم تشخيصها طبقاً لأنتيجنات الأسوط (الفلاجلا). أنواع H.1, H.3, H.8 تسبب تسمم القيء، وأنواع H.1, H.2, H.8 ترتبط بتسمم الإسهال.

التوكسين

تنتج السلالات المسببة للتسمم الغذائى التوكسينات والنواتج الخارجية التالية:

١) Lactammase, Hemolysin , Proteases, Lecithinase, Cereolysin وهي توكسينات خلوية.

٢) Emetic enterotoxin وهو توكسين معوي مسبب للقئ.

٣) enterotoxin Diarrhoetic وهو توكسين معوي مسبب للإسهال، التوكسينات المعوية Enetrotoxins مسئولة عن أعراض التسمم الغذائى الذى يسببه هذا الميكروب.

التوكسين المسبب للإسهال، عبارة عن بروتين وينتج هذا التوكسين خلال مرحلة النمو اللوغاريتيم للميكروب. التركيز المنخفض من O_2 ينشط من إنتاج هذا التوكسين كما أنه غير مقاوم للحرارة وحساس لأنزيم التربسين. يتم إنتاج التوكسين في نطاق درجة الحرارة يتراوح بين ١٨– ٤٣°م، و pH من ٦– ٨,٥ ، والدرجة المثلى من pH لإنتاج التوكسين ٧,٠ – ٧,٥.

التوكسين المسبب للقيء، غالباً ما يكون ببتيد مقاوم للحرارة والتغيرات في pH، ومقاوم للتربسين والببسين. تنمو السلالات المنتجة لهذا التوكسين في نطاق ١٥–٥٠°م، مع درجة حرارة مثلى ٣٥– ٤٠°م.

يوجد نوعان من التسمم الغذائى الباسيللى

أ– **تسمم القيء *B. cereus* Emetic type**

يحدث هذا التسمم عقب تناول أغذية ملوثة بالسم المعوي المسبب للقئ يتكون أثناء تكون الجراثيم. وتأثير هذا السم مماثل لسموم المكور العنقودى.

الأعراض

تظهر أعراض هذا التسمم بعد ١–٦ ساعات، وغالبا ما تكون ٢–٥ ساعات عقب تناول الغذاء المحتوي على السم. أعراض هذا التسمم تكون غثيان وقئ ونادرا ما يحدث إسهال، يتم الشفاء الكامل في خلال ٢٤ ساعة ونادرا ما يحدث مضاعفات.

الأغذية الناقلة

الميكروب المسبب شائع الانتشار في البيئة الطبيعية، هذا التسمم غالباً ما يكون مرتبطاً بوجبات الأرز المحمر أو الأرز المطهي الذى حفظ على درجة حرارة دافئة لعدة ساعات بعد الطهي، القشدة المبسترة، بوندنج الأرز، المركونة، مهروس البطاطس والخضروات. وتعتبر أعداد الميكروبات اللازمة لحدوث هذا التسمم أعلى منها في حالة تسمم الإسهال حيث تصل هذه الأعداد إلي ١٠^{٢}/جم.

وحديثاً وجد نوع أخر من Bacillus ، وهو *B. subtilis* يسبب تسمم القئ حيث تظهر الأعراض بدرجة سريعة جداً. ومن المعتقد أن التوكسين الذى ينتجه هذا الميكروب مماثل للتوكسين الذى ينتجه *B. cereus*، تسمم *B. subtilis* يرتبط أساساً باللحوم والفطائر المحشوة باللحم والأطباق الشرقية.

الوقاية

نظراً لأن أنواع *Bacillus* شائعة الانتشار في البيئة، ولتجنب ذلك يجب منع إنبات الجراثيم ومنع الخلايا الخضرية من التكاثر في الأغذية المطهية. حفظ الأغذية المطهية وخاصة الأرز تحت درجات حرارة منخفضة (أقل من ٤°م) يحد كثيراً من نمو هذه الميكروبات وإنتاج التوكسين.

ب- تسمم الإسهال *B. cereus* diarrhoetic type

يتكون هذا السم نتيجة نمو جراثيم البكتريا في القناة الهضمية بعد تناول الغذاء الملوث، وتأثير هذا السم مماثل لسموم الكوليرا، حيث إفراز السوائل في تجويف الأمعاء نتيجة لتنشيط أنزيم Adenyatecyclase مما يؤدي إلى حدوث الإسهال. هذا السم غير مقاوم للحرارة، وينخفض نشاطه عند درجات حرارة أعلى من ٤٥°م.

الأعراض

تظهر أعراض هذا التسمم في خلال ٨-١٦ ساعة، وغالباً ما تكون ١٢-١٣ ساعة، وتستمر الأعراض لمدة ١٢-٢٤ ساعة وتتكون الأعراض أساسا من غثيان وألم في البطن مع تقلصات وإسهال مائي شديد ونادراً ما يحدث قئ وحمى. تتشابه أعراض هذا التسمم مع أعراض التسمم البرفرنجي والوقاية من هذا التسمم مماثلة للوقاية في كل من تسمم القئ والتسمم البرفرنجي.

الأغذية الناقلة

أنواع كثيرة من الأغذية تشارك في هذا التسمم، مثل اللحم المفروم والمطهي، الخضروات، المرقة، السجق، اللبن، البودنج ووجبات الحبوب التى تحتوي على ذرة أو نشا ذرة. وقد وجد أن المحتوي الميكروبي للأغذية المسببة لحالات التسمم تتراوح من ١٠° إلي ١٠^٨/ جم.

كما وجد البعض أن *B. licheniformis* يسبب تسمماً مماثلاً لتسمم الإسهال، بالرغم من حدوث القيء بنسبة أعلى. يرتبط هذا التسمم باللحم البقرى المفروم والعجائن المحشوة والدواجن والأطباق الشرقية.

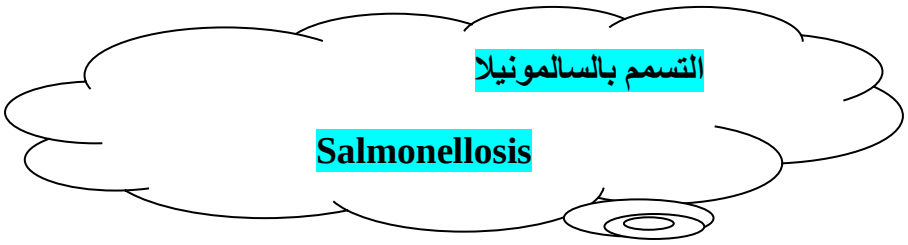
الوقاية

مماثلة للوقاية في كل من تسمم القيء والتسمم البرفرنجي.

التسمم الغذائى البكتيري بالعدوي
Infective bacterial food poisoning

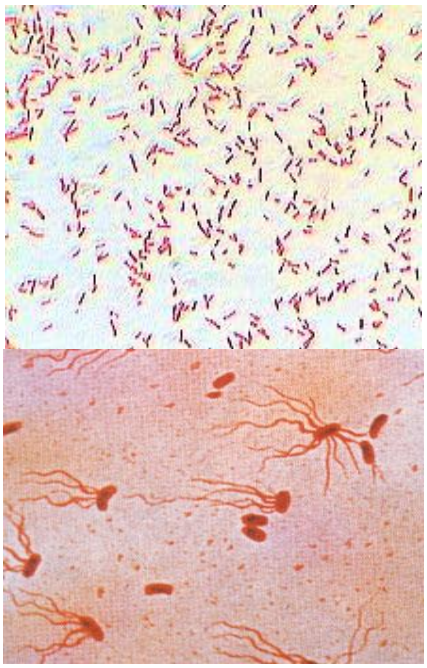
يشتمل هذا النوع من التسمم الغذائي مجموعة من البكتريا المرضية تكون قادرة على إحداث العدوي، نتيجة تواجد أعداد كبيرة من الميكروب المسبب، وليس نتيجة إفراز توكسين في الغذاء. بالرغم من أن معظم هذه البكتريا تنتج بعض أنواع من التوكسينات. تضم هذه المجموعة من البكتريا المرضية *Escherichia, Yersinia, Vibrio* ، بالإضافة إلي *Salmonella. Campylobacter* وهما من أكثر أنواع التسمم الغذائي شيوعاً في المملكة المتحدة.

ومن المعتقد أنه لكي يحدث هذا النوع من التسمم، فإن هذه البكتريا يجب أن توجد بأعداد كبيرة في الغذاء (10^5-10^7 ميكروب/جم من الغذاء) نتيجة تلوث الغذاء بدرجه شديدة في البداية أو حفظ الغذاء تحت ظروف تشجيع نمو هذه البكتريا لكى تصل إلي الأعداد الكبيرة المطلوبة لأحداث العدوي. ومن المعروف حالياً أن هذه الميكروبات تستطيع أن تسبب العدوي بجرعة منخفضة نسبياً (10^2 ميكروب/جرام).



يعتبر التسمم الغذائي السامونيللى من أكثر التسممات الغذائية شيوعاً في الإنسان وعدد من الحيوانات الاقتصادية، حيث تنتشر ميكروبات Salmonella على نطاق واسع في الطبيعة،حيث وجد أن التسمم السلمونيللى يمثل حوالي ٥٠% من حالات التسمم. ظهر التسمم السالمونيللى في أواخر ١٨٨٠م نتيجة تناول لحوم ملوثة، وتظهر أعراض المرض في فترة تتراوح بين ١٢-٤٨ ساعة من تناول الغذاء الملوث بالسالمونيلا.

تسبب أنواع وسلالات من *Salmonella* spp. أمراضاً للإنسان، مثل الحمي المعوية Enteric fever، حيث تسبب حمى التيفود Typhoid fever بكتريا *S. typhi* وهو من أشد الأمراض خطورة التى يسببها هذا الجنس، كما يسبب حمى الباراتيفود Paratyphoid fever بكتريا *S. paratyphi* B *S. paratyphi* A وتكون أعراض الباراتيفود أكثر اعتدالاً عن حمى التيفود، في المرض الأخير تكون فترة الحضانة أطول، درجة حرارة الجسم أعلى، وقد يعزل الميكروب من الدم وأحياناً من البول.



الميكروب المسبب تسببه مجموعة بكتريا تابعة لجنس السالمونيلا

S. typhi, S. typhimurium, S. dublin,

S. saintpaul, S. heidelberg

ميكروبات السالمونيلا عصوية سالبه لجرام، متحركة ماعدا *S. gallinarum* حيث توجد أسواط حول الخلية، تبلغ حجمها ٠,٥ – ٠,٧ x ١–٣ um، هوائية ولا هوائية اختيارية، تخمر الجلوكوز عادة مع إنتاج غاز، لكن عادة لا تخمر اللاكتوز أو السكروز، لا تحلل الجيلاتين، كما لا تنتج الأندول ولا تفرز أنزيم Urease، لكنها تنتج كبريتيد الأيدروجين نتيجة تحلل البروتين. هذه البكتيريا لها القدرة علي نزع مجموعة الكربوكسيل من بعض الأحماض الأمينية.

يمكن تقسيم السالمونيلا إلي ثلاث مجموعات:

١) أنواع تصيب الإنسان بصفة رئيسيه، الأنواع المسببة للتيفود والباراتيفود.

٢) أنواع تصيب الحيوانات بصفة أساسيه، وتشمل *S. choleraesuis* والأنواع السيريولوجيه لـ *S. enteritidis* مثل *S. gallinarum, S. pullorum* ، *S. dublin* وغيرها.

٣) أنواع غير متخصصة وتسبب أمراضاً للإنسان وحيوانات أخرى، ولا تفضل عائل عن آخر، الميكروبات التى تنتمي لهذه المجموعة تسبب أساساً الأمراض الناتجة عن الغذاء.

تقسم السالمونيلا إلي أكثر من ٢٠٠٠ نوع سيريولوجي طبقاً لتحليل الأنتيجينات Antigenic analysis، والذي يعرف بمخطط Kauffman–White scheme وفيه تستخدم كل من الأنتيجنات الجسمية Somatic antigens، وأنتيجينات الأسواط (الفلاجلا) Flagellar antigens.

يرمز للأنتيجينات الجسمية بO، وأنتيجينات الفلاجلا ب H. كما يوجد أنتيجينات كبسولية Capsular antigens، وتعرف ب K (Vi) antigen، ويوجد في الكبسولة المحيطة بالخلية، بينما يوجد أنتيجينات H,O في جسم وأسواط الخلية علي التوالي. يختلف أنتيجينات K عن O، حيث يمكن أتلافه بالتسخين عند ٦٠°م لمدة ساعة، وبواسطة احماض مخففة والفينول. تستخدم أنتيجينات K (Vi), H, O كأساس في تقسيم *Salmonella* spp.

مصدر الميكروب

- مصدر التلوث بها عن طريق الافرازات الآدمية والحيوانية وفضلاتها وتلوث الغذاء بها.
- تتمكن في البقاء حية خارج جسم الكائن الحي لفترات زمنية طويلة عند توفر الظروف البيئية المناسبة (الرطوبة, درجة الحرارة).

- تعتبر الحشرات والفئران و القوارض حاملة الميكروب المسبب لحمى التيفود.
- التلوث بواسطة محتويات القناة الهضمية حيث تقترن الإصابة عادة بالأغذية الخام ذات الأصل الحيواني.

تتميز ميكروبات السالمونيلا عن ميكروبات التسمم الغذائي الأخري بصفات هامة تساعدها علي الانتشار بدرجة كبيرة، منها:

- القدرة علي النمو في أنواع مختلفة من المواد الغذائية، تحت نطاق واسع من درجة الحرارة، حيث تتكاثر لتكون أعدادا كبيرة تسبب العدوي.
- سهولة الانتقال والانتشار من شخص لاخر.
- كثيرا ما توجد السالمونيلا في بعض الأغذية الشائعة، حيث أشارت بعض الدراسات أن ٦٠% من الدجاج في الأسواق ملوثة بالسالمونيلا.
- استمرار إفراز الميكروب لمدة طويلة بعد الشفاء (ويشمل ذلك حاملي الميكروب)، وقد وجد في المملكة المتحدة أن أعداد كبيرة من الأفراد تصل إلي ٥٠,٠٠٠ قد يفرزن السالمونيلا عند أي وقت.

توكسينات السالمونيلا

يرجع أمراض السالمونيلا إلي نوعين من التوكسينات:

١) توكسين معوي Enterotoxin

تم التعرف عليه عام ١٩٧٥م وهو يزيد من معدل إفراز السوائل في تجويف الامعاء، أي أن معدل إفراز السوائل اعلي من معدل امتصاص السوائل في الامعاء، مما يؤدي إلي تراكم السوائل في الأمعاء وحدوث الإسهال.

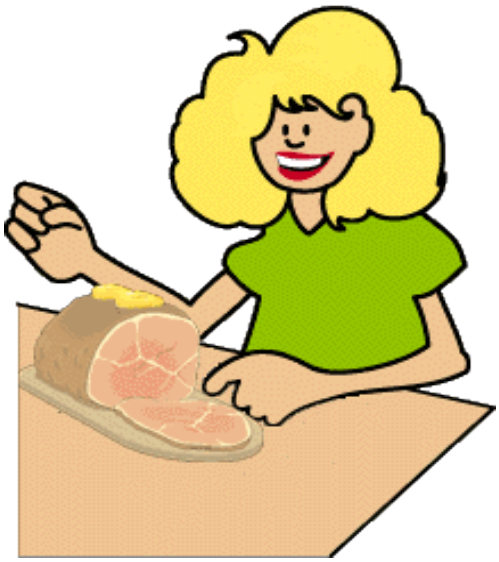
٢) توكسين خلوي Cytotoxin

تم التعرف عليه لأول مرة عام ١٩٦٢م وهو يثبيط تخليق البروتين، مما يؤدى إلى حدوث أضرارآ خلوية Cellular damage في الأغشية المخاطية في الأمعاء نتيجة الإصابة بالسالمونيلا التي يسببها توكسين خلوي.

آلية حدوث العدوى

لحدوث التسمم السالمونيللي، فإنه من الضروري تواجد أعداد من الخلايا تصل إلي $١٠^{٧}-١٠^{٩}$/جم. وقد تحدث حالات مرضية في وجود أعداد قليلة نسبيآ. ولوحظ أنه حتى مع إتباع أفضل الممارسات التصنيعية يبقي احتمال التلوث بهذا الميكروب قائما, وذلك من خلال العمليات التصنيعية مثل عملية نزع الريش/الجلد وعمليات التداول الاخري لذبائح الحيوانات/الطيور الملوثة,حيث تظل عملية التحكم في التلوث

لدي مزارع التربية مشكله قائمة بحد ذاتها, ولذا يمكن توقع أن اللحوم الخام تحتوي علي أعداد قليلة من البكتيريا المستوطنة للأمعاء بما فيها بكتيريا السالمونيلا و بكتريا القولون Fecal contamination وحتى هذه الأعداد القليلة بإمكانها التسبب في الإصابة بالأعراض المرضية عند نموها في الأمعاء بعد تناول الغذاء الملوث بها, ودرجة الحرارة المثلي لنمو هذا الميكروب من ٣٥-٣٧°م ويستطيع النمو علي٥-٤٥°م وينمو ببطء علي أقل من ١٠ °م.



الأغذية وثيقة الصلة بالميكروب

عموما فإن الأغذية الناقلة أو المشاركة في التسمم الغذائي العنقودي، قد تعمل كمصدر لميكروبات السالمونيلا. الأغذية الشائعة في كل من التسممين، هي الأغذية التي تم أعدادها يدوياً وتناولت بعد فترة دون تسخين قبل تناولها. غالبا ما تحتوي الأغذية الناقلة للسالمونيلا علي بيض غير مطبوخ. تعتبر لحوم البقر والرومي والأيس كريم المصنع منزلياً المحتوى علي بيض، لحم خنزير والدجاج، من أهم الأغذية الناقلة للسالمونيلا في الولايات المتحدة وكندا.

كما أن الأسماك والأغذية البحرية ومنتجاتها، التي تم إنتاجها أو تداولها تحت ظروف غير صحية ملاءمة تكون ناقلة للسالمونيلا. اللبن ومنتجاته ويشمل اللبن الطازج، الألبان المتخمرة، الأيس كريم والجبن قد تسبب العدوي. نظراً لأن البيض قد ينقل السالمونيلا، فإن الأغذية المصنوعة بإضافة البيض ولم تطهي بدرجة كافية، أو لم يتم بسترتها، قد تحتوي علي ميكروبات سالمونيلا حية، مثل الجاتوهات المحشوة بالكريمة أو الكسترد، كيك الكريمة والبيض المخفوق.

الأعراض المرضية

عادة تتميز عدوي السالمونيل بطول فترة الحضانة مقارنة بالتسمم العنقودي، حيث تكون فترة الحضانة في حالة العدوي بالسالمونيلا ١٢-٣٦ ساعة، بينما في التسمم العنقودي ٢-٤ ساعة. قد تكون فترة الحضانة أقصر (تصل إلي ٥ ساعات) أو أطول (تصل إلي ٧٢ ساعة) في بعض حالات العدوي بالسالمونيلا. تشمل الأعراض الرئيسية لعدوي السالمونيلا غثيان، قيء، آلام في البطن، إسهال الذي عادة يظهر فجأة، قد يتبع ذلك صداع وبرودة. هناك علامات أخري للمرض، تشمل براز مائي مخضر رائحته كريهة، إجهاد، ضعف العضلات، دوار أو أغماء، عادة حمي معتدلة، قلق، رعشة، خمول.

تختلف شدة ومدة المرض باختلاف كمية الطعام المتناول، وبالتالي عدد ميكروبات السالمونيلا التي تم تناولها، وأيضا حساسية الأفراد. قد تختلف شدة المرض من اضطرابات معوية خفيفة وإسهال إلي موت في

خلال ٢ إلي ٦ أيام. عادة تظل الأعراض لمدة ٢-٣ يوم، يعقبها شفاء تام بدون مضاعفات. عموما فإن ٥% فقط من حالات التسمم تحتاج إلي علاج طبي بالمستشفيات، لكن قد يبقي المرضي في حالة راحة (فترة النقاهة) لمدة أسابيع أو أشهر. بالرغم من أن ٩٠% من المرضي عادة يتم شفاءهم تماما بعد ١٠ أسابيع من العدوي، فإن حوالي ٠,٢ إلي ٥% من المرضي قد يصبحوا حاملين لميكروب السالمونيلا. قد يحدث بعض المضاعفات الشديدة مثل الفشل الكلوي الالتهاب السحائي ولكن بأعداد ضئيلة.

التشخيص المعملي للمرض يكون صعب، مالم يتم عزل السالمونيلا من الأغذية المشكوك فيها ومن براز الأفراد. غالبا ما يكون الغذاء المتسبب غير متوفر ويختفي الميكروب من القناة الهضمية بسرعة. يستخدم العلاج بالمضادات الحيوية في الحالات الشديدة فقط، نظرآ لأن الميكروب سرعان ما يكتسب مناعة.

الإجراءات الوقائية

عادة ما تكون إجراءات الوقاية من هذا الميكروب صعبة وذلك بسبب تواجد الميكروب بشكل طبيعي في الأغذية ذات الأصل الحيواني وربما تكون الوقاية من تلوث الغذاء بعد طهيه أفضل الخيارات المتاحة بالإضافة إلي معاملات التبريد الجيدة, حفظ الغذاء ساخنا وإعادة تسخين الغذاء وكذلك بطرق الرصد الميكروبيولوجية للأغذية وثيقة الصلة بالميكروب.

تشمل الوقاية من العدوي بالسالمونيلا عن طريق الغذاء وسائل أساسية هى:

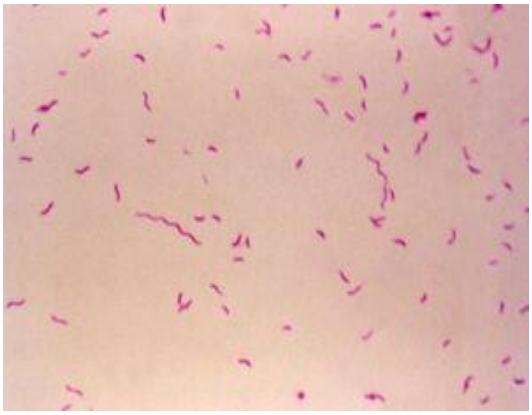
- تجنب تلوث الغذاء بالسالمونيلا من مصادره مثل المرضي والحيوانات وحاملي الميكروب والخامات الحاملة للميكروب مثل البيض الملوث.
- القضاء علي الميكروبات في الأغذية بالحرارة (أو بطرق أخري)، عندما يكون ممكناً، مثل الطهي أو البسترة، مع الاهتمام بفترة حجز الغذاء علي درجة الحرارة المناسبة في عملية الطهي أو البسترة لضمان القضاء علي الميكروبات.
- منع نمو السالمونيلا في الأغذية بالتبريد الجيد.
- العناية والنظافة في تداول وتحضير الأغذية علي جانب كبير من الأهمية في منع التلوث.
- يجب أن يكون العاملين في مجال الأغذية أصحاء (غير حاملين للميكروب) وعلي مستوي نظافة عالي. ويحملون شهادة صحية تؤكد خلوهم من الأمراض المعدية.
- يجب حماية الأغذية من الفئران وغيرها من القوارض والحشرات. الخامات المستخدمة في الأغذية يجب أن تكون خالية من السالمونيلا بقدر الإمكان.

- يجب عدم ترك الأغذية علي درجة حرارة الغرفة لأي فترة من الوقت، لكن إذا حدث ذلك فإن الطهي الكامل أو الجيد يؤدي إلي القضاء علي ميكروبات السالمونيلا (ولكن ليس توكسينات الميكروبات العنقودية).
- حفظ الأغذية المتبقية دافئة دون تبريد غالبا ما تساعد علي نمو السالمونيلا.
- فحص الحيوانات واللحوم في أماكن التعبئة، قد يساعد علي التخلص من بعض اللحوم الملوثة بالسالمونيلا، ولكن ليست في حد ذاتها عملية ناجحة للوقاية من سالمونيلا الإنسان. ومع ذلك فإن الخطورة الكامنة للسالمونيلا في الإنسان ستظل قائمة طالما هذه الميكروبات باقية ومنتشرة في الحيوانات.

التسمم بالكامبيلوباكتر

Campylobacteriosis

يعتبر هذا النوع من التسمم حاليا من أهم العدوي المعوية الشائعة، التي تصيب الإنسان عن طريق الغذاء في كثير من الدول. وقد تم التعرف علي هذا التسمم في عام ١٩٧٥م، معظم حالات تسمم *campylobacter* (حوالي ٩٠%) توجد متفرقة، ومن النادر حدوث هذا التسمم في صورة جماعية أو حالات التغذية في التجمعات الكبيرة، ولكن قد يحدث التسمم علي مستوي تغذية الأفراد والأسر (التغذية علي مستوي المنزل).



الميكروب المسبب ***Campylobacter jejuni***

عصوي أسطواني أو عصوي حلزوني منحني غير متجرثم، سالب لجرام بتقدم عمر هذه الخلايا تصبح كروية أو بيضاوية، متحركة وتحتوي علي سوط واحد عند طرف الخلية. وشحيحة الاحتياجات الهوائية Microaerophilic . درجة الحرارة المثلي لنمو هذا الميكروب٤٢ ° م، ودرجة الحرارة القصوي٤٥ °م، ولا يستطيع النمو عند درجة حرارة أقل من٣٠ °م.

نمو هذا الميكروب بطئ حيث تبلغ فترة الجيل Generation time حوالي ساعة عند درجة الحرارة المثلى (٤٢°م). ومن بكتريا هذا الجنس والتي تسبب أمراضا للإنسان: *C. fetus* sub sp. *fetus, C. coli, C. jejuni*. وقد وجد أن *C. fetus* sub sp. *fetus* يسبب الإجهاض في الماشية والغنم. وقد كان يعتقد أن *C. jejuni* ممرض للحيوان فقط، ولكن وجد حديثا أنه المسبب الرئيسي للالتهابات المعوية الحادة في الإنسان. ويعتقد في الولايات المتحدة أن بكتريا Campylobacter مسئولة بدرجة أكبر عن الحالات المرضية في الإنسان، عن السالمونيلا والشيجيلا معا.

يتكون جنس *Campylobacter* من ٨ أنواع Species علي الأقل، وله أهمية في مجالى الطب البشرى والبيطري، نظرا لدور هذه الميكروبات في حدوث الإجهاض في الماشية والغنم. بالاضافة إلى أن *Campylobacter* spp. تسبب إسهال المسافرين Traveller's diarrhea كما أنه يحدث كعدوي عرضية Sympyomatic في الدول المتقدمة، بينما في الدول النامية يوجد في صورة وباء مستوطن

Hyerendemic. كما يبدو أن هذه الميكروبات أقل أهمية كمسبب للتسمم الغذائي في الدول النامية عنها في الدول المتقدمة.

التوكسينات

بعض سلالات من *C. jejuni* تنتج توكسين معوي غير مقاوم للحرارة Heat–labileenterotoxin، الذي يشارك توكسين الكوليرا (CT) وتوكسين *E. coli* (LT) في بعض الصفات. يؤدي CJT إلي زيادة تجمع السوائل في الأمعاء وحدوث الإسهال. كما أن *C. jejuni* له القدرة علي غزو Invasiveness الأنسجة السليمة. يعتقد أن الميكروب شديد العدوي Virulent، حيث أن الأعداد الحقيقية في الأغذية منخفضة جداً. وقد وجد أن الجرعة التي تسبب العدوي أقل من ١٠^{٦} خلية وقد تصل إلي ١٠^{٢}خلية/جم من الغذاء، حيث يحدث تكاثر للميكروب في القناة الهضمية.

مصدر الميكروب

- يعتبر كل من القناة الهضمية وضرع الحيوان مصدراً لميكروب *C. jejuni*. وقد أظهرت التقارير أن هذا الميكروب يوجد في القناة الهضمية لحوالي ٤٠–٦٤% من الأبقار السليمة ظاهريا، وبالتالي توجد أعداد قليلة من *Campylobacter* في اللبن الخام.
- يوجد *C. jejuni* في أمعاء حيوانات المزرعة والدواجن والحيوانات الأليفة (القطط، الكلاب والطيور).
- كما يوجد في مياه المجاري ومياه الأنهار.
- يوجد هذا الميكروب في براز الغنم والخنزير، وكذلك ذبائح الخنزير والغنم والدجاج والرومي. الدواجن من الأغذية الأكثر تلوثاً بهذا الميكروب
- يعتبر اللبن الخام من المصادر الرئيسية لهذا الميكروب. نظرا لأن الميكروب يوجد في روث الماشية، فإنه من السهل أن يلوث اللبن، ويتوقف درجة التلوث علي طريقة الحلب ودرجة الاهتمام بالنواحي الصحية أثناء الإنتاج.

آلية حدوث العدوى (مشابهة لعدوي السالمونيلا)

حتى مع إتباع أفضل الممارسات التصنيعية يبقي احتمال التلوث بهذا الميكروب قائما, وذلك من خلال العمليات التصنيعية مثل عملية نزع الريش/الجلد وعمليات التداول الأخرى لذبائح الحيوانات/الطيور الملوثة,حيث تظل عملية التحكم في التلوث لدي مزارع التربية مشكله قائمة بحد ذاتها, ولذا يمكن توقع أن اللحوم الخام تحتوي علي أعداد قليلة من البكتيريا المستوطنة للأمعاء بما فيها بكتيريا الكامبيلوباكتر, وحتى هذه الأعداد القليلة بإمكانها التسبب في الإصابة بالأعراض المرضية عند نموها في الأمعاء بعد تناول الغذاء الملوث بها. تشكل هذا البكتيريا تهديدا خطيرا لصناعة الدواجن في الولايات المتحدة الأمريكية و تختلف عن

السالمونيلا في أنها محبة للبرودة وتستطيع أن تحيا علي درجة حرارة ٤°م لمدة ١٤ يوم لكنه حساس جدا لدرجات حرارة التجميد.

الأغذية وثيقة الصلة بالميكروب

الدجاج غير المطهي جيداً وكذلك الدجاج المشوي والهامبورجر من الأغذية المشاركة في حالات التسمم بدرجة كبيرة. قد يحدث التسمم بواسطة *Campylobacter* نتيجة تناول لبن خام أو لبن مبستر ملوث بروث الحيوانات أثناء الإنتاج، كما قد يحدث المرض عن طريق الماء الملوث ببراز الحيوانات أو الطيور. كبد الدجاج وحيوانات المزرعة مثل الخنزير، البقر والغنم قد يشارك في حدوث هذا التسمم

الأعراض المرضية

تختلف فترة الحضانة من ٢-١١ يوم، وعادة تكون ٣-٥ يوم من تناول الغذاء الملوث. تشمل الأعراض ألم شديد في البطن، تقلصات، إسهال، غثيان مع قئ خفيف أو بدون قئ، صداع وحمي. قد يحدث الشفاء التام في خلال ٦-٧ أيام، ولكن في بعض الحالات قد تستمر الأعراض فترة تصل إلي ٣ أسابيع. في الحالات الشديدة من المرض، قد يحدث براز دموي مع ألم شديد في البطن يماثل آلام الزائدة الدودية. قد تحدث مضاعفات في عدد قليل من المرضي مثل التسمم الدموي Septicaemia، الالتهاب السحائي Meningitis، التهاب المرارة Cholecytitis وعدوي الجهاز التنفسي. قد تحدث العدوي في الأمعاء الدقيقة أو الغليظة أو الاثنين معا، وتكون أكثر شيوعا في صغار السن. يمكن رؤية مخاط، دم وخلايا دم بيضاء في البراز ميكروسكوبياً، نتيجة حدوث أضرار لأنسجة الأمعاء في هذا التسمم.

الإجراءات الوقائية

يجب أخذ الاحتياطات الكافية والاهتمام بتطبيق النواحي الصحية عند التعامل مع الدجاج الخام وكذلك فضلات الذبائح الخام، حيث أنها تعتبر مستودع لهذه الميكروبات، وذلك لمنع تلوث الأغذية من هذه المصادر وخاصة الأغذية المطهية. الطهي الجيد للدجاج واللحوم والأغذية الأخرى الحيوانية وكذلك بسترة اللبن وعدم تناول الأغذية البحرية في صورة خام (نيئة) يساعد بدرجة كبيرة علي الوقاية من هذا التسمم وعدم حدوث حالات مرضية.

تجميد الأغذية وخاصة الحيوانية، وكذلك التخزين تحت تبريد يساعد في القضاء علي *Campylobacter*. في حالة وجود *Campylobacter* بأعداد كبيرة في الأغذية المعروضة للبيع أو الاستهلاك، فإن التخزين المبرد أة المجمد لا يؤدي إلي القضاء علي الميكروب في الأغذية الملوثة.

التسمم الفبريوسي

Virbriosis

تم التعرف علي *Virbrio parahaemolyticus* الميكروب المسبب لهذا النوع من التسمم في عام ١٩٥١ في اليابان، الذي يرتبط أساسا باستهلاك الأغذية البحرية خلال شهور فصل الصيف. يعتبر هذا التسمم من أحد التسممات الغذائية الشائعة في اليابان، نظرا لكثرة تناول الأسماك والأغذية البحرية الطرية، حيث كان السبب في ٥٠-٧٠% من حالات التسمم الغذائي التي حدثت في بداية الستينات وحتي منتصف السبعينات. كما حدثت أيضآ حالات تسمم فبريوسي في أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية في منتصف السبعينات. كما أن هذا الميكروب يسبب إسهال المسافرين Traveller's diarrhea. توجد هذه البكتريا عادة في مياه البحار وسواحل المياه الدافئ (١٥°م أو أعلي)، ولا توجد في المياه العميقة حيث لا تتحمل الضغط في هذه المناطق العميقة.

يتكون جنس *Virbrio* من ٢٥ نوع Species علي الأقل، غالبآ ما توجد أنواع مرتبطة ب *V. parahaemolyticus* في مياه البحار والأغذية البحرية هي : *V. cholerae, V. alginolyticus. V. vunlnificus*.

الميكروب المسبب *Vibrio parahaemolyticus*

ميكروب عصوي مستقيم أو منحني Curved، سالب لجرام، متحرك حيث يوجد سوط واحد بنهاية كل خلية (أحيانآ تكون الخلية محاطة بأسواط)، غير متجرثم، هوائي ولا هوائي اختياري، محب للملح حيث ينمو نمو جيدآ في وجود ٢-٤% NaCl، كما يستطيع أن ينمو في نطاق ١-١١% NaCl، بينما لا ينمو في الماء المقطر. الحد الأقصى لدرجات حرارة النمو ٤٤°م ودرجة الحرارة المثلي تقع بين ٣٠-٣٥°م. يستطيع الميكروب النمو في نطاق pH يتراوح بين ٤,٨-١١ ودرجة pH المثلي ٧,٦ -٨,٦. فترة الجيل Generation time لهذا الميكروب تتراوح بين ٩-١٣ دقيقة (مقارنة بالـ *E. coli* حيث يكون فترة الجيل حوالي ٢٠ دقيقة) تحت ظروف النمو المثلي.

الأعراض

تتراوح فترة حضانة هذا التسمم من ٤-٤٨ ساعة، وعادة تكون ١٢-٢٤ ساعة بعد تناول الطعام الملوث. تشمل أعراض هذا المرض إسهال غزير، ألم في البطن، غثيان، صداع، وأحيانا حمي وقيء. يتأثر كل من الذكور والإناث بدرجة متماثلة، ويتراوح عمر المصابين بين ١٣-٧٨ سنة. تستمر أعراض المرض ٢-٥ يوم، ولا يحتاج إلي علاج في المستشفى إلا حدث فقد شديد في سوائل الجسم.

الأغذية الناقلة

يرتبط التسمم الغذائي الفبريوسي أساسا باستهلاك الأغذية البحرية الخام وكذلك المطهية جزئياً، مثل السمك والجمبري والأستاكوزا والكابوريا والأصداف والحيوانات البحرية الرخوة. يوجد مواسم لحدوث هذا التسمم، حيث تحدث معظم حالات التسمم خلال شهور الصيف، حيث يكون الميكروب سائداً في البيئة المائية التي يصطاد منها هذه الأغذية البحرية. يحتوي السمك الخام والأصداف والأغذية البحرية الطازجة علي ميكروب *V. parahaemolyticus* بأعداد قليلة، لكن ينمو الميكروب ويتكاثر في هذه الأغذية عند درجات حرارة بين ١٢-٣٠°م. يحدث التسمم عادة عند تناول هذه الأغذية البحرية بعد تخزينها عند درجة حرارة أعلي من ٤°م.

قد تحدث العدوي من وجبات الأغذية البحرية الخام (النيئ)، التي تتناول في مطاعم الوجبات السريعة، خاصة إذا حفظت هذه الأغذية علي درجة حرارة غير مناسبة تسمح بزيادة أعداد هذه الميكروبات إلي أعلي من الجرعة التي تسبب العدوي (١٠^{٦} ميكروب/جرام من الغذاء).

الوقاية

أفضل طرق للوقاية من التسمم الغذائي بواسطة *V. parahaemolyticus* يتضمن:

(١) التأكد من أن منتجات الأسماك المطهية جزئيا والمجمدة ذات جودة ميكروبيولوجية مرتفعة.

(٢) تجنب التلوث العرضي أي تلوث الأغذية البحرية المطهية من الأغذية البحرية الخام.

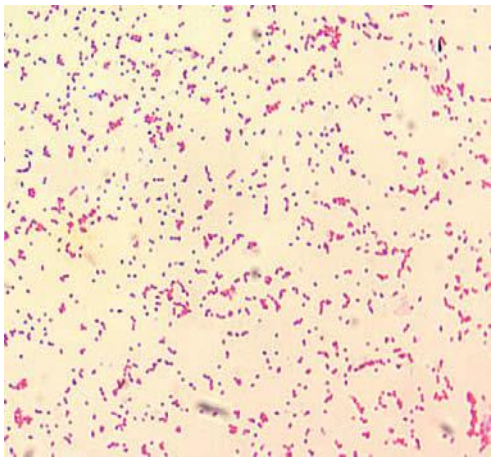
(٣) حفظ كل من الأغذية البحرية المطهية والخام عند درجات حرارة منخفضة أو عند درجات حرارة التجميد.

التسمم اليرسيني

Yersinosis

يحدث هذا التسمم نتيجة تناول أغذية تحتوي علي خلايا حية من *Yersinia enterocolitica* . وقد تم التعرف علي هذا الميكروب الممرض للإنسان في عام ١٩٣٩م ولكن لم ينال الاهتمام الكاف حتي منتصف السبعينات نتيجة زيادة أعداد الحالات المرضية التي سجلت في أنحاء مختلفة من العالم. وقد سجلت ٢٣ حالة مرضية علي مستوي العالم في عام ١٩٦٦م و ٤٠٠ حالة مرضية في عام ١٩٧٤م. وقد سجلت أول حالة وباء محدود Outbreak في الولايات المتحدة في عام ١٩٧٦م، حيث شملت ٢٢٠ فرداً معظمهم من أطفال المدارس. وحديثا أصبح هذا الميكروب من الميكروبات الهامة في مجال انتقال الأمراض عن طريق الغذاء، وتتوقف شدة المرض علي سلالة *Yersinia* المسببة للعدوي. وقد سجل أحد العلماء براءة اختراع باستخدام صبغة في التمييز بين السلالات شديدة العدوي Virulent والسلالات غير المعدية Nonvirulent.

الميكروب المسبب ***Yersinia enterocolitica***



عصوي قصير ، سالب لجرام، غير متجرثم، هوائي، متحرك عند درجة حرارة أقل من ٣٠°م، وليس عند ٣٧°م. يكون مستعمرات صغيرة يصل حجمها إلي ١,٠ ملليمتر علي بيئة الآجار المغذي، لا ينتج أنزيم Oxidase ويخمر الجلوكوز بدون إنتاج غاز أو قليل من الغاز. ينتج أنزيم Urease. كما أنه ميكروب مقاوم للبرودة Psychrotrophic، أي يستطيع أن ينمو عند درجات حرارة التبريد (٤°م).

غالباً مايوجد هذا الميكروب في البيئة مع ثلاثة أنواع علي الأقل. تنمو فى نطاق حرارى يتراوح من – ٢° إلى ٤٥°م، ودرجة الحرارة المثلي للنمو بين ٢٢–٢٩°م. وقد تم التعرف علي سبع أنواع Species وخمس سلالات سيريولوجية Serovars منها ثلاث سلالات سيريولوجية مرضية شائعة تسبب عدوي في الإنسان وهي 0:9 , 0:8 , 0:3 ولكن هناك تباين في انتشار هذه السلالات في المناطق المختلفة من العالم:

- السلالة 0:3 سائدة في أوروبا وشرق كندا ونادراً ما توجد في الولايات المتحدة الأمريكية.
- السلالة 0:9 مسئولة عن حالات التسمم في أوروبا وشرق كندا واليابان وأفريقيا.
- السلالة 0:8 تعزي أساسا حالات التسمم الغذائي في الولايات المتحدة الأمريكية وغرب كندا إلي هذه السلالة.

مصدر الميكروب

تم عزل *Y. enterocolitica* من الحيوانات مثل القطط والكلاب والطيور والقرود والفئران والجمال والخيول والدجاج والماشية والخنازير والغنم والأصداف (المحار). وتشير الدراسات إلي أن الخنازير هي المصدر الرئيسي لسلالات *Y. enterocolitica*، التي تسبب العدوي في الإنسان.

عوامل العدوي Virulence factors

تنتج *Y. enterocolitica* توكسين معوي مقاومة للحرارة Heat stable (ST) enterotoxin يقاوم ١٠٠°م لمدة ٢٠ دقيقة. لا يتأثر هذا التوكسين بأنزيمات البروتييز Proteases والليبيز Lipases، ويبلغ وزنه الجزئي ٩,٠٠٠-٩,٧٠٠ دالتون. يحدث إنتاج التوكسين عند ٣٠°م أو أقل وفي نطاق pH ٧-٨.

الأعراض

تبلغ فترة الحضانة ٢٤-٣٦ ساعة بعد تناول الأغذية الملوثة، أحيانا قد تكون فترة الحضانة أطول وتصل إلي ٣-٥ أيام. تشمل الأعراض ألم شديد في البطن، حيث يخترق الميكروب الخلايا الطلائية في الأمعاء ويسبب ألماً شديدا يماثل أعراض التهاب الزائدة الدودية، وقد يطلق عليها أعراض الزائدة الدودية الكاذبة Pseudoappendicitis. وعادة ما يكون ذلك مصحوبا بإسهال، عادة يستمر لمدة ١-٢ يوم ولكن في بعض الأحيان يستمر لعدة أسابيع، لكن نادرا ما يحدث غثيان وقيء. الأطفال أكثر عرضة للإصابة بهذا التسمم عن البالغين.

وفي حالات الإصابة الشديدة قد تحدث حمي، التهاب الجلد، التهاب الأوعية الليمفاوية، خراريج في الكبد والطحال، تسمم دموي، التهاب حاد في أغشية القلب Carditis، التهاب سحائي والتهاب المفاصل، نادراً ما تحدث الوفاة نتيجة هذا المرض.

الأغذية الناقلة

تم عزل هذا الميكروب من الكيك، اللحوم المغلفة تحت تفريغ، الخضراوات، الأسماك والأغذية البحرية، اللبن الخام والمبستر ومنتجات الألبان واللبن المجفف والبيض السائل، كما تم عزله من لحوم الأبقار، الغنم والخنزير والدواجن والديك الرومي ومنتجاتها. ونظراً لقدرة الميكروب علي النمو عند درجات حرارة التبريد (أقل من ٧°م) فإنه يمثل خطورة كبيرة في الأغذية المحفوظة تحت درجات حرارة التبريد.

الوقاية

بعض حالات التسمم الغذائي بواسطة *Y. enterocolitica* تعزي أساسا إلي حاملي الميكروب، لذلك يجب الاهتمام بالنظافة الشخصية مع استبعاد المرضي وحاملي الميكروب من العمل في مجال أعداد وتحضير وتقديم الأغذية. كما أن الطهي الجيد للأغذية يساعد في القضاء علي الميكروب، مع أتباع الاحتياطات الصحية الضرورية لمنع التلوث. ونظرآ لأن الميكروب مقاوم للبرودة ويستطيع أن ينمو علي درجات حرارة التبريد، فإن هذا الميكروب يمثل خطورة صحية في الاغذية المبردة. كما يجب الاهتمام بمنع التلوث العرضي أي تلوث الأغذية النهائية الناتجة من الاغذية الخام، لمنع انتشار العدوي وحدوث التسمم الغذائي.

التسمم الأيشريشي

***Escherichia coli* poisoning**

بالرغم من ان أنواع من *E. coli* مثل ETEC، EHEC المنتجة لتوكسينات متخصصة ومتميزة وتشارك في حدوث تسمم غذائي، قد تم التعرض لها سابقا ضمن التسممات الغذائية البكتيرية بالتوكسين، فإنه توجد أنواع أخري من *E. coli* مثل Enteroinvasive *E.coli* (EIEC), Enteropathogenic *E.coli* (EPEC) تسبب تسمم غذائي بالعدوي.

ومن المعروف أن EIEC قادرة علي اختراق الخلايا الطلائية في الأمعاء الدقيقة والتكاثر فيها، ولكن لا تنتج سموم مقاومة أو غير مقاومة للحرارة، بينما EPEC غير قادرة علي غزو الخلايا الطلائية في الأمعاء، أو إنتاج سموم مقاومة أو غير مقاومة للحرارة، بالرغم من أن سلالات هذه المجموعة (EPEC) تتميز بمقدرة علي الارتباط بالأغشية المخاطية في الأمعاء.

حدوث العدوى

بالرغم من *E. coli* جزء من الفلورا الطبيعية في الأمعاء الغليظة في الإنسان والحيوان، فإن معظم السلالات في هذا الموقع غير مرضية Non-pathogenic. ومع ذلك فإن بعض السلالات تستطيع أن تسبب عدوي معوية، وعدوي القناة البولية والجروح، وكذلك تسمم غذائي، وأحيانا الالتهاب السحائي وتسمم دموي. تقسم هذه البكتريا سيريولوجيا طبقآ للأنتيجينات الجسمية O-antigens بطريقة مماثلة للسالمونيلا. بالرغم من وجود مئات من الأنواع السيريولوجية *E. coli*، فإن عدد قليل نسبيا عادة تسبب العدوي.

عمومآ فإن *E. coli* تستطيع التكاثر في الغذاء، ولحدوث العدوي فإن الأمر يتطلب أن يتواجد الميكروب بأعداد كبيرة في الغذاء (١٠^{٥}-١٠^{٧} ميكروب/جم). كما أن هناك اعتقاد أن سلالات EPEC تقوم بإفراز توكسينات معوية، تختلف عن التوكسين غير المقاوم للحرارة (LT) أو التوكسين المقاوم للحرارة (ST) الموجود في سلالات ETEC. ومن عوامل العدوي الرئيسة الأخري، الالتصاق الشديد لسلالات EPEC بالأغشية المخاطية في الأمعاء، مما يسبب اضطرابا في وظيفة الخملات Microvilli في الأمعاء، وحدوث آلام شديدة في البطن، يعقبه إسهال مائي ثم إسهال دموي. الأنواع السيريولوجية من EIEC مشابه بدرجة كبيرة للشيجيلا في كثير من النواحي. هذه السلالات مثل الشيجيلا، لها القدرة علي غزو الخلايا الطلائية في الأمعاء والتكاثر فيها، مسببة في النهاية موت الخلايا.

الأعراض

وعمومآ تظهر أعراض العدوي بعد فترة تحضين ١٢-٧٢ ساعة، وتشمل الأعراض حمي، قشعريرة، صداع، ألم في العضلات، مغص وإسهال مائي غزير. عمومآ قد تختلف الأعراض في النوع والشدة، طبقآ للأنواع السيريولوجية للميكروب. قد يحدث شفاء ذاتي من العدوي بعد عدة أيام، ماعدا حالات الإسهال الشديدة، حيث يكون المرضي في حاجة إلي محلول جفاف Rehydration دون الحاجة إلي صور أخري من العلاج.

المشكلة الرئيسية الهامة في هذا المجال ترتبط بالعلاقة بين هذه الميكروبات، حيث يكون من الصعب التعرف وتحديد السلالات الكثيرة غير المرضية من *E. coli* بإستخدام البيئات الروتينية. عادة الاختبارات السيريولوجية ضرورية في تحديد السلالات بصفة مؤكدة.

يعتبر تلوث الغذاء بالبراز، سواء بطريقة مباشرة (الملامسة المباشرة) أو غير مباشرة (عن طريق الماء الملوث)، الوسيلة الأكثر أهمية في انتشار الميكروب. هذا النوع من التلوث كثيراً ما يحدث في اللحوم ومنتجاتها والخضروات الطازجة حيث تصبح مصدراً للعدوي. نظراً لأن *E. coli* يوجد دائماً في البراز ، فإن هذه الميكروبات غالباً ما تستخدم كدليل على تلوث الأغذية بالبراز.

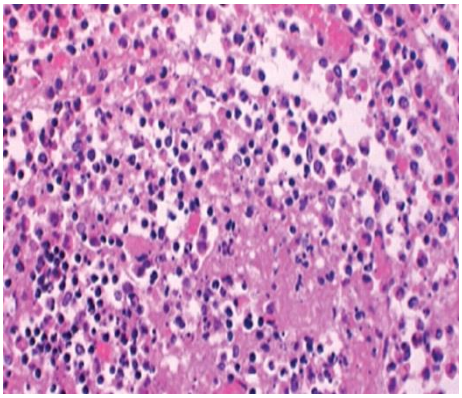
الوقاية

للوقاية من هذا النوع من التسمم، فإنه يجب اتخاذ الاحتياطات الضرورية والإجراءات الوقائية لتجنب التلوث المباشر للأغذية بالمواد البرازية، مع أتباع النظافة الشخصية والنواحي الصحية الصارمة، خاصة بالنسبة للعاملين في مجال تداول وإنتاج وتصنيع الأغذية. كما يجب خفض الأضرار المحتملة من التلوث المباشر بالمواد البرازية، وذلك من خلال العمل على حماية مصادر المياه من التلوث بالمجاري. كما أن الطهي الجيد للمواد الغذائية التى يحتمل تلوثها، وتجنب التلوث العرضي (تلوث الناتج النهائي من المواد الخام أو الأولية)، يساعد كثيراً في الوقاية من العدوي. وفي النهاية يجب التأكد دائماً على عدم استخدام المواد البراية ، وكذلك المجاري غير المعاملة في تسميد الخضروات الورقية وغيرها من المحاصيل، خاصة التى تستهلك طازجة.

التسمم الليستيرى

Listerisosis

سجلت أولى حالات مرض Listeriosis في عام ١٩١٢م، ومنذ هذا التاريخ وجد أن كثير من الثدييات من بينها الإنسان عرضة لهذا المرض، وقد حدثت حالات تسمم Listeriosis في كل من ألمانيا، نيوزيلندا، أستراليا، فرنسا، والولايات المتحدة الأمريكية منذ منتصف الخمسينات. وفي خلال الثمانينات حدثت حالات شديدة من التسمم مع معدل وفيات وصل إلى ٢٧%.



الميكروب المسبب ***Listeria monocytogenes***

عصوي قصير Coccoid، وأحياناً يكون في أشكال الحروف الصينية عند فحصها بصبغة جرام، متحرك عند ٢٠-٢٥°م، هوائي أو شحيح الاحتياجات الهوائية Microaerophilic، كما أنه مقاوم للبرودة Psychrotroph، أي يستطيع أن ينمو علي درجة حرارة منخفضة تصل إلي الصفر المئوي، ودرجة حرارة النمو المثلي ٢٥-٣٠°م، الميكروب مقاوم للظـــروف الحامضية، ومع ذلك ينمو الميكروب في نطاق واسع من pH يتراوح من ٤,٤ إلي ٩,٥. يتكون جنس *Listeria* من ٧ أنواع Species على الأقل، من بينها نوع واحد *L. monocytogenes* مرضى للحيوان، وهذا الميكروب يوجد على نطاق واسع في الطبيعة ومرتبط بدرجة أكبر بالبيئة النباتية عنها بالتربة. وقد تم عزله من حقول الحبوب، المراعي، وبراز الحيوانات. ويستطيع أن يعيش في التربة الرطبة لمدة تصل إلي ٢٩٧ يوم، يسبب هذا الميكروب العديد من الأمراض للإنسان البالغ مثل الالتهاب السحائى والتهاب أغشية القلب والتسمم الدموي والخوارج، كما يصب الأطفال الضرع Mastitis في الماشية.

مصدر الميكروب

يوجد الميكروب في المياه السطحية، المواد النباتية واللحوم الخام واللحم المفروم والدجاج والأغذية البحرية والتربة. كما يوجد في براز الإنسان والحيوان والمجاري والسيلاج. قد يسبب هذا الميكروب بعض الأمراض في الحيوانات، مثل مرض التهاب الضرع في ماشية اللبن، ويعتبر الماشية والغنم والماعز أكثر عرضة للإصابة بهذا الميكروب، وتفرز الحيوانات المصابة الميكروب في اللبن، الدم والروث. ويعتبر السيلاج الملوث من المصادر الرئيسية لانتقال الميكروب إلي ماشية اللبن، وقد وجد أن هناك علاقة قوية بين تغذية الماشية بسيلاج ملوث وظهور مرض Listeriosis، والذي يعرف بمرض السيلاج Silage disease.

عوامل العدوي Virulence factors

ترتبط عوامل العدوي في سلالات *Listeria monocytogenes* شديدة العدوي بإنتاج نوع من B-haemolysin علي بيئة آجار الدم، كما تتضمن عوامل العدوي بروتين يطلق عليه Internalin الذي

يشارك في عملية غزو خلايا العائل. ولوحظ وجود علاقة بين إنتاج Haemolysin, Phospholipase في *L. monocytogenes*، السلالات شديدة العدوي فقط تكون محللة للدهن Lipolytic.

في حالات نادرة جداً، يوجد نوعان آخران من *Listeria* وهي *L. ivanovii, L. seeligeri*، حيث تكون مرضية للإنسان وتنتج كل منها Haemolysin.

الأغذية الناقلة

وجد أن كثير من حالات Listeriosis غير مرتبطة مباشرة بمصادر الأغذية الخاصة وغالباً مايكون من الصعب التمييز بين الحالات المرضية الناتجة عن الغذاء والحالات غير المرتبطة بالغذاء. وعادة يعزل هذا الميكروب من اللحوم الخام والأغذية المبردة، كما يوجد هذا الميكروب بأعداد كبيرة في بعض أنواع من الجبن الطرية واللبن المبستر.

الأعراض المرضية

وتؤدي إلي أمراض خطيرة (التسمم الدموي ,الالتهاب الدماغي ,العقم ,موت الأجنة والوفاة) وخاصة مع الأشخاص ذوي المناعة المنخفضة والسيدات الحوامل.

الأعراض

تتلوث القناة الهضمية في معظم الأفراد الأصحاء بالميكروب دون ظهور أعراض عليهم، أو يعانون فقط من أعراض خفيفة ما تلبث أن تختفي دون ملاحظة عندما تصيب *Listeria* القناة الهضمية، فإن الأعراض تشمل غثيان، قئ وألم في البطن مع حمي. وفي السيدات الحوامل بصفة خاصة فإن هذه الاعراض تكون مصحوبة بأعراض تشبه الأنفلونزا Flu–like disease. عموماً فإن المرض في هذه السيدات يكون معتدل، لكن الأطفال الرضع Infants يكون أشد وطأة، مما يؤدي إلي تسمم دموي Neonatalsepsis في الأطفال الرضع أو وفاة الجنين. ومن الأمور الجديرة بالذكر أن أعراض *Listeria* تكون متباينة بدرجة أكبر عنها في أعراض الحالات المرضية الناتجة عن ميكروبات مرضية أخرى.

تختلف فترة الحضانة من عدة أيام إلي عدة أسابيع، قد تكون فترة الحضانة قصيرة تصل إلي يوم، في بعض الحالات، بعد تناول غذاء ملوث بدرجة شديدة. في بعض الحالات الخطيرة قد تصل البكتريا للدم وتكون مصحوبة بحمي والتي قد تؤدي إلي حدوث الالتهاب السحائي وتصل نسبة الوفاة إلي ٣٠%.

الوقاية

من الصعب الوقاية من *L. monocytogenes* حيث أنه واسع الانتشار في البيئة، كما أنه يتميز بصفات فسيولوجية (مثل التكاثر علي درجات حرارة التبريد)، التي تسمح للميكروب بالنمو تحت ظروف غير مناسبة لنمو البكتريا المرضية الأخري. ومع ذلك فإن البسترة تجعل اللبن الملوث مأموناً Safe وصالحاً لاستهلاك الإنسان مع المحافظة عليه من التلوث بعد البسترة.

يجب اتخاذ الوسائل الكافية التي تقلل من تلوث المواد الخام مع اتخاذ الاحتياطات التي تمنع وصول الميكروب إلي مصانع الأغذية وذلك للحد من تلوث الناتج النهائي. كما أن تحذير الأفراد الذين لديهم قابلية للعدوي بهذا الميكروب ومدي خطورة استهلاك الأغذية الملوثة مما لاشك فيه تقلل من حالات العدوي بالميكروب. كما يجب عدم استخدام السماد البلدي (الذي يحتوي علي *Listeria*) في التسميد خاصة للخضراوات والفواكه التي لا تتعرض لمعاملات حرارية كافية. وأخيراً، فإنه يجب علي الأفراد الذين لديهم حساسية عالية لهذه الميكروبات، مثل السيدات الحوامل والأفراد محدودي المناعة، عدم تناول الأغذية شديدة التلوث مثل الجبن مع إعادة تسخين الأغذية المطبوخة والمبردة لدرجة حرارة مرتفعة قريبة من الغليان.

التسمم الشيجيللي

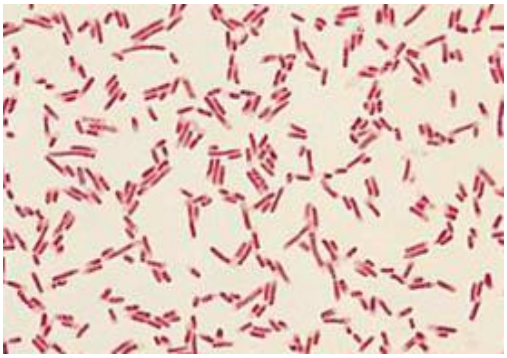
Shigellosis

يسمي هذا النوع من التسمم بالدوسنتاريا (الزحار) الباسيلية Bacillary dysentery، والذي يصيب دائما الإنسان. يحدث هذا التسمم في جميع أنحاء العالم. الدوسنتاريا الباسيلية مرض معد حاد، يصيب الأمعاء الغليظة بصفة أساسية، ويتميز بالإسهال مع ارتفاع درجة الحرارة (حمي) وقئ أحياناً ومغص (في الأمعاء)، ويكون البراز مصحوباً بدم ومخاط وصديد ومعدل الوفاة أقل من ١%.

عدد الحالات المرضية بواسطة الشيجيلا الناتجة عن الأغذية أقل كثيراً من حالات السالمونيلا وال *Campylobacter* الناتجة عن الأغذية. معظم حالات التسمم الشيجيللي في الولايات المتحدة تعزي إلي أنواع من Shigella متوطنة في الإنسان، وأن *Sh. sonnei* أكثر الأنواع شيوعا وعادة أقلهم في شدة العدوي. ويرجع ذلك عادة إلي الأغذية الناقلة للميكروب دائما ما تكون ملوثة ببراز الإنسان.

حالات التسمم الشجيللي التي تعزي إلي *Sh. boydii, Sh. flexneri, Sh. dysenteriae* عادة تكون مسئولة عن حالات العدوي الأكثر خطورة. ولوحظ أن التصنيف السيريولوجي يكون مفيدا في التمييز بين هذه السلالات الثلاث، ومع ذلك فإن *Sh. sonnii* له نوع سيريولوجي واحد فقط وشائع في حالات التسمم الشيجيللي وهو المسئول عن حوالي ٧٠% من حالات التسمم في الدول المتقدمة بينما *Sh. flexneri* مسئول عن حوالي ٢٥من الحالات.

الميكروب المسبب بكتريا تابعة لجنس *Shigella*



Sh. boydii, Sh. flexneri, Sh. dysenteriae

أفراد هذا الجنس عصوية يبلغ حجمها ٢-٣x ٠,٥-٠,٧ um، سالبة لجرام غير متجرثمة، لاهوائية اختيارية وغير متحركة ولا تخمر اللاكتوز، لها القدرة علي اختزال النترات إلي نيتريت وأمونيا. تحلل البروتينات دون إنتاج H_2S.

درجة الحرارة المثلي ٣٧°م ويتراوح نطاق درجة الحرارة النمو من ١٠ إلي ٤٠°م. يقاوم الميكروب تركيزات ٥-٦% NaCl وغير مقاوم للحرارة نسبيا.

مصدر الميكروب

المصادر الوسيطة والنهائية للعدوي دائماً ما يكون الإنسان حامل الميكروب Human carriers والمرضي. معظم حالات العدوى تنشأ نتيجة التلوث المباشر للأغذية والمياه بالبراز، كما ينتقل الميكروب من شخص لآخر بالملامسة وكذا بواسطة الذباب ونادراً ما يكون مصدرها الحيوان.

يوجد الميكروب في براز الإنسان، وفي كثير من البيئات التي يحدث لها تلوث بالبراز، مثل مصادر المياه الملوثة نتيجة تسرب مياه المجاري غير المعاملة أو الأغذية التي حدث لها تلوث بالبراز، نتيجة لسوء النواحي الصحية والنظافة الشخصية.

عوامل العدوي Virulence factor

يوجد أسلوبان رئيسيان لحدوث العدوي:

١) الغزو Invasiveness
٢) إنتاج توكسين معوي Enterotoxin

- القدرة على الغزو: تتكاثر بكتريا الشيجلان في تجويف القناة الهضمية، وتكون قادرة على غزو الأغشية المخاطية في الجزء الأخير من الأمعاء الدقيقة والقولون. بالرغم من أن هذه البكتريا تتحلل أو تخترق الخلايا الطلائية وتتكاثر فيها، فإنها من النادر أن تصل إلي الدم. نتيجة لعملية الغزو فإن خلايا الدم الحمراء تتسرب إلي تجويف الأمعاء مما يؤدي إلي حدوث براز دموي Bloody stools.
- إنتاج توكسين معوي: تنتج هذه الميكروبات توكسين معوي يطلق عليه Shigatpxin الذى يحفز على إفرازات الأنسجة المعوية، مما يؤدي إلي تراكم السوائل في تجويف الأمعاء الدقيقة وحدوث الإسهال.
- تنتج *Sh. dysenteriae* (السلالة السيرولوجية١) كميات كبيرة من التوكسين، بينما الأنواع الأخرى من *Shigella* تنتج كميات قليلة من التوكسين.

التوكسين

التوكسين عبارة عن بروتين وزنه الجزئي ٥٠,٠٠٠– ٧٠,٠٠٠ دالتون، فإنه غير مقاوم للحرارة، حيث يتلف بالتسخين عند درجة ١٠٠°م لمدة ٣٠ دقيقة، أى أن الطهي الجيد يتلف هذا التوكسين. كما يبدو أن التوكسين يرتبط بالجليكوبروتين Glycoprotein على سطح خلايا العائل، ويثبط من تخليق البروتين نتيجة أتلاف الريبوسوم (60s Subunit)، الذى يؤدي إلي موت الخلايا (Cytotoxic)

الأعراض

تتراوح فترة الحضانة من ١–٧ أيام، وعادة أقل من ٤ أيام من تناول الغذاء الملوث. تبدأ فترة العدوي مع بدء المرض وتستمر إلي أن يختفى الميكروب المسبب من البراز، وقد تصل فترة العدوي لأسابيع قليلة، وفي أحيان قليلة قد يستمر المريض حاملاً للميكروب لمدة تصل إلي ١–٢ سنة، وقد ينقل المرض حاملون

للميكروب لم يظهر عليهم أعراض المرض. يعتبر هذا المرض من أسرع الأمراض عدوي وأكثر انتشاراً بين الأطفال.

التسمم الغذائي الشيجيللى قد يختلف في درجة شدته من عدوي صامته (لا يظهر أعراض على المريض) إلي دوسنتاريا شديدة. تظهر الأعراض غالباً فجأة، وفي خلال ١-٧ أيام من تناول الغذاء الملوث، ويصاب المريض بنوبات مغص حتى يعقبه ميل جامح للتبرز ثم يتبعه إسهال شديد متعب للمريض، ويكون الميل للتبرز متواصلا وكمية البراز قليلة، والبراز يكون مشوباً بدم أحمر ويحتوي على قطع مخاطية كبيرة. كما ترتفع درجة الحرارة فتصل ٤٠°م، وربما يصاب أكثر من فرد في العائل. تتوقف شدة العدوي بدرجة كبيرة على نوع *Shigella* المسبب العدوى. عندما يكون الميكروب المسبب *Sh. dysenteriae*، فإن الأعراض غالباً ما تكون ألم في البطن، حمى وإسهال دموي. كما قد يعانى المريض من صداع، غثيان وضعف. أما إذا كان الميكروب المسبب *Sh. Sonnei* فإنه يحدث إسهال متوسط أو معتدل بدون حمى.

غالباً ما يتم الشفاء بدون علاج في خلال ١-٢ أسبوع بعد ظهور الأعراض. ومع ذلك فإن المرضى من صغار السن وكبار السن، وكذلك الضعفاء الذين يعانون من إسهال شديد كما في حالة التسمم بالـ *Sh. dysenteriae*، قد يعانون من جفاف سريع يؤدي إلي الوفاة ما لم يتم العلاج . أحياناً يحتاج الأمر إلي العلاج بالمضادات الحيوية. هذا المرض شديد الوطأة في الأطفال الرضع (سنة أو أكثر قليلاً)، وربما يصاب الطفل بالجفاف وحموضة في الدم، وتأثيرها في غير الجهاز الهضمي نادر الحدوث.

الأغذية الناقلة

معظم الأغذية المشاركة في الحالات المرضية عبارة عن الأغذية المرتفعة الرطوبة، مثل الفاصوليا واللبن ومنتجاته والسلاطات Salads التى تحتوي على بطاطس، جمبرى، تونة، لحوم أو دجاج . وفي الدول النامية تكون *Shigella* شائعة في مصادر المياه لذلك فإن الأغذية الخام التى تغسل بهذه المياه أو تتلوث بها تعتبر حامل أو نقال خطير للعدوي، الأغذية التى تحفظ لفترة من الوقت عند درجة حرارة الغرفة وكذلك الأغذية غير تامة الطهي مثل السندوتشات والسلاطات والأغذية البحرية، تشارك في كثير من حالات Shigellosis معظم الحالات المرضية الناتجة من الغذاء في الولايات المتحدة الأمريكية غالباً ما ترجع إلي حاملى الميكروب المتعاملين مع الأغذية. ويعتبر هذا المرض في الولايات المتحدة الأمريكية من الأمراض الناتجة عن الغذاء وليس من الأمراض المنقولة عن المياه.

الوقاية

من المعروف أن *Shigella* spp. شديد العدوي نظراً لأن الجرعة الفعالة والمسببة للعدوي منخفضة ١٠٠ بكتيريا أو أقل يمكن أن تسبب العدوى من الأغذية أو المياه الملوثة، عادة تكون العدوي شائعة الحدوث عندما تكون النظافة الشخصية غير متوفرة.

- الاهتمام بالنظافة العامة على المستوي الفردي والجماعي وفي المطاعم والمؤسسات الغذائية وجميع العاملين في المراحل المختلفة لإنتاج وتحضير وتداول الأغذية.
- استبعاد حاملي الميكروب والمصابين من العمل في هذا المجال تساعد في الوقاية من Shigellosis .
- نظراً لأن معظم حالات التسمم في أنحاء العالم تكون مرتبطة بماء الشرب الملوث، فإن الكلورة المناسبة لمصادر المياه والصرف الآمن للمجارى يقلل من حالات Shigellosis.
- كما أن حفظ الأغذية المطهية والجاهزة للاستهلاك عند درجة حرارة منخفضة (٤°م أو أقل) يساعد على الحد من نمو هذه الميكروبات في الأغذية.
- التوعية الصحية للعاملين في مجال الأغذية للاهتمام بالنظافة الشخصية ضرورية للحد منم انتشار الميكروب المسبب.

ويتم علاج المرضى بتعويض السوائل والأملاح المفقودة بإستخدام محاليل الجفاف مع إعطاء المضادات الحيوية المناسبة.

السموم الفطريه Mycotoxins

مقـــــــــــــــدمة

الفطريات هى كائنات حية منها كبير الحجم المرئي بالعين المُجردة، ومنها الميكروسكوبي، ومنها المفيد، ومنها السام والقاتل. فمن الفطريات المستخدمة في تغذية الإنسان فطريات الكمأة، وهى من أشهى أنواع الغذاء البرى، ومن الأطعمة الفاخرة في أوربا، وعيش الغراب وهو مصدر غنى بالبروتين، وأُطلق عليه اللحم الفطري. وتدخل الخمائر (الفطريات) في صناعة المخبوزات، وتُنتج الفطريات كثير من المُضادات الحيوية، والمستحضرات المستخدمة في تثبيط المناعة عند نقل الأعضاء (وإن كان مُسرطن)، وفى مقاومة الأورام الخبيثة، وفى وصفات لتفتيح لون البشرة. ولكن من الفطريات ما يُصيب المحاصيل الزراعية بالتلف (٢٥% من الإنتاج المحصولى السنوي للحبوب)، ويُصيب النباتات والحيوانات والإنسان بالأمراض المُعدية، وبتسممات بالسموم التي تنتجها الفطريات السامة، وتضر بعضو أو أكثر من أعضاء الجسم. فهناك فطريات تؤدى إلى عفن الأغذية والأعلاف، أو عفن نسيج من أنسجة جسم الحيوان والإنسان أو النباتات، فتهلك المحاصيل وتضُر بصحة وإنتاج الحيوان والإنسان أو النبات، وتُفرز الفطريات السامة مئات من المُركبات الكيماوية التي تُعرف بالسموم الفطرية.

بدأت قصة السموم الفطرية في الأربعينات من القرن الماضي حيث حدثت وفاة جماعية في روسيا وتناولتها الصحف ولم تُعرف الأسباب وقتئذ، ودلّت الأبحاث فيما بعد أنّ التلوث الغذائي بالتريكوثيسينات هو السبب في موت الآلاف في روسيا في ذلك الوقت. كما ارتبط الأوكراتوكسين بالفشل الكلوي في سكان عدة مناطق من العالم و في عام ١٩٦٢م انتشر مرض أدّى لنفوق ١٠٠,٠٠٠ (مائة ألف) كتكوت رومي، وكذلك نفوق عالٍ في البط و الدجاج وكذلك الخنازير والعجول، ونُسبت هذه الحالات لمرض مجهول لا يرجع إلى الأحياء الدقيقة، ولايرجع لخمسين مركب كيميائي سام تم فحصها، حتى أكتشف أنّ السبب يرجع لتلوث مكون من علائق تغذية الحيوانات التي تضاف إلى الأعلاف بفطر *Aspergillus flavus*.

وقد أكدت تقارير البنك الدولي لعام ١٩٩٣م أن ٤٠ % من سنوات الحياة في الدول النامية فقدت أو ضاعت نتيجة للأمراض الناجمة عن السموم الفطرية. كما أوضح تقرير الأكاديمية الدولية للعلوم بالولايات المتحدة عام ١٩٩٦م بأنّ معدل السرطان بالولايات المتحدة يتأثر بالتعرض للسموم الفطرية أكثر من المبيدات.

و السموم الفطرية هى عائلة من المركبات البيولوجية والتى تنتجها مجموعة من الفطريات لها القدرة على إنتاج مركبات أيضية ثانوية Secondary metabolites (S.M) عندما تنمو على بيئة مناسبة لها، والنواتج الأيضية الثانوية للفطريات مركبات نشطة بيولوجيا وبالإضافة إلى ذلك فهى سموم غير أنتيجينية بمعنى خلو تركيبها الجزيئى من المكونات التى تدفع الجسم الحى لتكوين أجسام مضادة لها، وأغلبها سام

للإنسان والحيوان والنبات والكائنات الحية الدقيقة، ويطلق على النواتج السامة للإنسان والحيوان لفظ الميكوتوكسينات Mycotoxins أى "السموم الفطرية".

والسامة منها للنبات تدعى الفيتوتوكسينات "Phytotoxins"، أما المركبات السامة للكائنات الحية الدقيقة فيطلق عليها اسم المضادات الحيوية "Antibiotics"، وهى غالباً ما تحدث تغيرات بيولوجية غير طبيعية فى الكائن الحى، وعموماً فهناك اتفاق على أن يطلق على النواتج الأيضية الثانوية للفطريات لفظ الميكوتوكسينات Mycotoxins، وأيضا على عمليات التسمم الناتجة تعبير التسمم الميكوتوكسينى Mycotoxicosis.

وبصفة عامة تصل السموم الفطرية Mycotoxins إلى طعام الإنسان والحيوان سواء عن طريق تلوث الغذاء أو الطعام المقدم بالفطر المفرز لهذه السموم ويسمى ذلك بالتلوث المباشر حيث تشجع المادة الغذائية نمو الفطر سواء أثناء مراحل الإنتاج المختلفة أو أثناء نقلها أو فى فترة التخزين.

وتقسم الفطريات المفرزة للسموم إلى ٣ مجاميع (فطريات الحقل – فطريات التخزين – فطريات التحلل المتقدم) طبقاً للوقت المناسب لإفراز السم خلال مراحل إنتاج وتداول المواد الغذائية– أو قد يكون التلوث غير مباشر نتيجة تلوث مكونات المادة الغذائية بالميكوتوكسين، ويكون ذلك بتغذية الإنسان على منتجات حيوانية ناتجة من حيوانات ناتجة من حيوانات سبق تغذيتها على أعلاف ملوثة بالسموم الفطرية والطريق الثانى هو الأكثر خطورة.

الفطريات والسموم الفطرية والأغذية

عُزلت الفطريات السامة من الزبدة الخام المصرية، والتي أنتجت السموم الفطرية (أفلاتوكسين وباتيولين) بأعلى تركيزات مما يُهدد الصحة العامة لوجود مثل هذه الفطريات السامة. كما ثبت وجود الفطريات (والبكتيريا) في كل أنواع الجُبن المطبوخ (المدروسة)، إضافة للأفلاتوكسين بتركيز عال جداً ١٥– ٢٦,٣جزء/بليون مادة طازجة أو ٢٨,٢ – ٥١ جزء/بليون مادة جافة).

ووُجدت السموم الفطرية في الأتربة المُتجمّعة في نُظم التهوية المكتبية للمباني، مما أدى لإصابة العاملين بعرض مرضى مرتبط بالمباني. ومن السموم الفطرية ما يُثبط تخليق الحمض النووي DNA والبروتين. فهذه التوكسينات تضر بالخلايا الجسمية والجرثومية (الجنسية). ومن السموم الفطرية ما يؤدى إلى حدوث الغرغرينا بطول فترة التعرض للتوكسين. وتزيد درجة حرارة الجو من الأعراض، وأظهرت بعض الإضافات الغذائية قُدرتها على خفض آثار التسمم، ومنها الجلوكومانان المؤستر، والبنتونيت، وسليكات المونيوم الصوديوم والكالسيوم المهدرجة، وزيوليت الصوديوم، وزيوليت الكالسيوم، وإن كان الأوليان أفضلهم.

العوامل المؤثرة في إنتاج السموم الفطرية

- وراثية تتعلق بالفطر وسُلالته وقُدرته الوراثية.
- بيئية ومنها:

١) المادة النامي عليها الفطر، ومحتواها الغذائى.

٢) الرطوبة للمادة النامي عليها الفطر، والرطوبة النسبية للوسط.

٣) درجة حرارة الوسط.

٤) محتوى الوسط من غاز الأكسجين (لازم لنمو الفطر)، بينما ثاني أكسيد الكربون يحد من إنتاج التوكسين.

٥) التلف الميكانيكي للحبوب يُسهّل الغزو الفطري وإنتاج التوكسين.

٦) الإصابات الحشرية تُسهّل من الإصابة الفطرية وإنتاج التوكسين.

٧) زيادة جراثيم الفطر تُزيد من إنتاج التوكسين.

٨) نمو الفطريات غير السامة يعوق إنتاج الفطريات السامة.

٩) وجود بكتيريا معينة قد تعوق من نمو الفطر وإنتاج السم.

١٠) الزمن عُنصر هام في إنتاج التوكسين، فعند أقصى تركيز للإنتاج تقل قُدرة الفطر على إنتاج التوكسين.

١١) انخفاض سُمك طبقة المحصول (عن ٥٠ سم) الذي يتم تجفيفه يُخفض جداً من إنتاج التوكسين وقد يمنعه.

ويمكن سرد العوامل المؤثرة على نمو الفطريات وتكوين الميكوتوكسينات بطريقة أخرى:

أولا : العوامل الطبيعية

١) الرطوبة

- رطوبة الوسط
- سرعة التجفيف
- الابتلال
- الرطوبة النسبية

٣) الحرارة

٣) التلف الميكانيكى

- العمليات الزراعية
- العواصف
- الطيور
- الحشرات
- الفطريات الأخرى

٤) مزج (خلط) الحبوب

٥) البقع الساخنة

٦) المدة (طول الوقت)

ثانياً: العوامل الكيماوية

١) ثانى أكسيد الكربون

٢) الأكسجين

٣) طبيعة الوسط وتركيبة الكيماوى

٤) التغذية المعدنية

٥) المعاملات الكيماوية

- الأشعة المتأينة وأشعة جاما
- المواد الحافظة المضادة للفطريات

ثالثاً: العوامل الحيوية (البيولوجية)

١) إجهاد النبات

٢) مقاومة أو خضوع النبات

٣) كمية الحشرات

٤) الفطر المهاجم

- السلالة
- مقدار الحمل الجرثومى
- مرحلة النمو الفطرى

٥) الكائنات الحية الدقيقة الأخرى

تقسم السموم الفطرية (الميكوتوكسينات) حسب مناطق تأثيرها فى الثدييات إلى:

- سموم كبدية Hepatoxins
- سموم قلبية Cardiotoxins
- سموم كلوية Nephrotoxins
- سموم جلدية Deratotoxins
- سموم عصبية Neurotoxins
- سموم تناسلية Genitotoxins
- سموم عضلية Myotoxins
- سموم معدية وأمعائية Gastro-intestinal toxins

تأثيرات السموم الفطرية

على الرغم من أن بعض سموم فطريات الفيوزاريوم سامة للنباتات، فإن البعض الآخر من سموم فطريات الفيوزاريوم أيضا سام وراثياً، ومُسرطن، أو سام عصبياً ومناعياً، والآخر تأثيراته سلبية على القلب والأوعية الدموية. أما الأفلاتوكسين فمن سموم فطريات الأسبرجلس، وهو سام ومُسرطن، وأحد أسباب السرطان الناشئ عن التدخين هو احتواء الطباق على الأفلاتوكسين، فالأفلاتوكسين ٢٠٠ مرة أشد سرطانية عن البنزبيرين المُسرطن الناشئ عن حرق الطباق بالتدخين.

ومن السموم الفطرية التي قد تتواجد في الأعلاف ما يعرف بـ الإوكراتوكسين، الذي يوجد في الذرة الصفراء، وثبت أنه وراء ٧٠% من حالات الفشل الكلوي في مصر. يُضاف إليه سم الافلاتوكسين الموجود في القمح وفول الصويا والردة وهو المسؤول عن السرطان والفشل الكلوي. وثمّة سم ثالث من الفطريات باسم الفيوماتثين الذي يدمر خلايا المخ و يصيبه بالشلل.

وفيما يلى جدول يوضح تعدد تأثيراتها، واختلافها باختلاف التوكسين وجرعته وفترة التعرض له، إذ أن بعضها تأثيره:

طريقة التأثير	نوع السم
مسرطن	أفلاتوكسين – زيارالينون – تريكوثيسينات
سام للكبد	أفلاتوكسين – فيومونيسين
سام للكُلى	أوكراتوكسين – سيترينين – أفلاتوكسين
سام للأعصاب	فوميتوكسين
مُضاد حيوى	سيترينين – باتيولين – جليوتوكسين – حمض هبتيليديك
إستروجينى	زيارالينون – السم ت٢
غرغرينا	إرجوت
على تخليق البروتين	أفلاتوكسين
على الأغشية المُخاطية	إرجوت – السم ت٢
على الأوعية الدموية	السم ت٢
سام للجلد	
سام للجهاز التنفسي	الجليوتوكسين
هرموني (يخفض تركيز الميلاتونين)	حمض الفيوزاريك
مناعي (يثبط الجهاز المناعى)	الجليوتوكسين–الفوميتوكسين
وراثي	زيارالينون – أفلاتوكسين

وفيما يلى شرح مبسط لبعض هذه السموم السابقة الذكر:

التسممات الفطرية Mycotoxicosis

١) التسمم الأفلاتوكسيني Aflatoxicosis

سم الأفلاتوكسين يكونه الفطر *A. flavus* ، *A. parasiticus* ثبت باستخدام مزارع الأنسجة (نسيج بشري عومل بالتوكسين) انه مسئول عن:

- مرض السرطان في الإنسان
- يحدث ضرر بالكبد (تليف وتحلل خلاياه).

- يحدث اورام في كبد الحيوانات.
- يثبط تخليق الحمض النووي DNA والانقسام الميتوزي للخلايا ويكون الخلايا العملاقة.

المواد الغذائية التي يتكون بها التو كسين هي حبوب الذرة والقمح والأرز حيث أنها من أكثر المواد دفعا للفطريات علي أنتاج السموم الفطرية عن المواد المرتفعة في محتواها الزيتي مثل الفول السوداني وفول الصويا يليه البندق واللوز وعين الجمل والبيكان يليه بذور القطن– البن– جوز الهند المجفف– دقيق السمك يليه السور جم والشوفان. فعند تغذية الحيوانات بغذاء ملوث بـ Aflatoxin B2. أدي إلي تجمعه في اللحم واللبن علي صورة سامة أخرى Aflatoxin M2.

وعموما توجد الأفلاتوكسنات في ٤ أنواع رئيسية ومجموعة من المشتقات الثانوية الرئيسية ومنها أفلاتوكسين ب١, ب٢, ج١، ج٢ يعتبر ب١ وج١ الأكثر سمية كما توجد مجموعة الأفلاتوكسين م والتي تظهر في لبن الأبقار المغذاة علي أعلاف ملوثة بالأفلاتوكسين والتي تسمى Milk–toxins.

٢) التوكسينات الكلوية Nephrotoxicosis

تنتج بواسطة أنواع من *Penicillium*, *Aspergillus* ومنها:

- الأوكراتوكسين Ochratoxin ينتجه الفطر *Asp. ochraceous*. فقد ثبت أن الأوكراتوكسين يسبب تلف بالكبد بالإضافة إلي تأثيره علي الكلية فقد وجد أنه مسئول عن ظهور الدهون على الكبد Fatty liver وتلف خلايا الكبد Liver damage.
- السترنين Citrinin ينتجه الفطر *P. citrinum* و *P. expansum* ويعتبر الفطر *P. viridicatum* هو المنتج الرئيسي لهذه التوكسينات في النجيليات وهذه السموم تؤدي لحدوث تسمم كلوي في الحيوانات والإنسان.

وقد ثبت وجود هذه المركبات في عديد من المنتجات الغذائية مثل الذرة والقمح والأرز وأيضا في المنتجات الحيوانية مثل الأسماك المملحة وذلك بتركيزات ٢٨٠٠٠ ميكروجرام/كجم وهذا السم ممكن أن يتراكم في الأنسجة المختلفة للحيوانات مثل الكلية والكبد والعضلات وهذا السم يمكن أن يفرز مع اللبن.

٣) التوكسينات العصبية Neurotoxicosis

تنتج العديد من الفطريات بعض من السموم التى تسبب اضرار للجهاز العصبى المركزى ومنها:

- الفطر *Penicillium citroviride* يفرز سم الستر وفردين Citroviridin الذي يسبب أضرار للجهاز العصبي المركزي كما يسبب حدوث شلل عنيف وضعف في أجهزة التنفس.
- كذلك يفرز كل من *P. urticae*, *Aspergillus clavatus* سم Patulin وهو من السموم التي تؤثر علي الجهاز العصبي Neurotoxin وهو يتراكم في الحبوب والبقوليات والعديد من ثمار الفاكهة مثل الخوخ والتفاح والعنب والموز والطماطم وبعض منتجات تلك الثمار وخاصة عصائر الفاكهة.

- كما يوجد سم أستريجماتوسيستبن Sterigmatocistin وهذا السم ينتجه *Penicillium luteum* ويشبه في تأثيره سم الأفلاتوكسين من النوع ب١ ويوجد هذا السم في الحبوب المختلفة والدقيق والخبز وعصير الجرب فروت واللحوم وغيرها وقد وجد كذلك في البن الأخضر والجبن الألماني.

٤) التوكسنات المنتجة بواسطة فطريات الحقل

- التسمم الفيوزاريومي Fusariotoxicosis : وجد أن الفطر *Fusarium nivum* ينتج توكسين يسبب القيء والغثيان.
- سم الفيوزاريوجنين Fusariogenin : ينتج بواسطة فطر *F. sporotrichoides* ويسبب النزيف واستهلاك النخاع العظمي وهو خطر علي الإنسان والخيل والماشية Bone marrow, death .
- سمT2-toxin: يفرز هذا السم بواسطة فطر *F. equiseti* الذى يلوث المواد الغذائية والأعلاف وهو سم مقاوم جدا لدرجات الحرارة وعلي ذلك فانه يظل في المواد الغذائية بعد عمليات التقشير والسلق والغليان.
- سم الزيرالينون Zearalenone: وجد أن الفطريات *F. moniliforme , F. gramenium, F. oxysporum, F. tricinctum, F. roseum* يفرز سم الزيرالينون الذي يسبب فقد الشهية- القئ Vomitingوالإسهال Diarrhea التناقص في الوزن Weigh loss حدوث نزيف دموي في الماشية ويسبب نقص الخصوبة- كبر حجم الرحم- انتفاخ الفتحة التناسلية في الإناث- ضمور الخصية في صغار الذكور -كبر حجم الغدد الثديية- ضمور عام في المبايض.
- سم Slaframine : يفرز بواسطة الفطر *Rhizoctonia leguminicola* ويسبب الإسهال وإسالة اللعاب والموت.
- سم Psoralens : يفرز بواسطة الفطر *Sclerotinia scleratiorum* ويسبب الالتهاب الجلدي Dermatitis.
- الفطر *Diplodia zea* يفرز سم يسبب ضعف الترابط بين العضلات وإسالة اللعاب والموت Salivation, Ataxia, Death.

٥) توكسينات تلوث ثمار بعض الحاصلات البستانية

- سم الـ Expansin. : يفرز بواسطة الفطر *Penicillium expamsum* وهذا التو كسين يسبب السرطان حيث يؤثر علي اتزان مكونات الدم ويزيد من حدوث مرض الاستسقاء Edema. فعند حقن الفطر *P. exapnsum* في ثمار التفاح وجد أن التو كسين يوجد بنسبة تتراوح من ٦-١٤٦ملجم/لتر من عصير التفاح. وفي ثمار التفاح المصابة طبيعيا وجد أن ٥ % منها تحتوي علي التو كسين بنسبة تصل إلي ٤٥جزء في المليون (ppm) بينما ٤-٩١% تحتوي علي نسبة تصل إلي ٢٥ppm .

- حمض البينيسليك والركفورتين Penicillic acid, Roquefortine : وينتجهم فطر الـ *Penicillium roqueforti* وتنتج في الجبن الركفورد ومعها سموم أخرى.

٦) أمراض الحساسية :Allergic diseases

- وجد أن جراثيم الفطر Aspergillus والفطر Penicillium يسببان حساسية تنفسية، فالفطر *A. fumigatus* يسبب حساسية تنفسية في الجزء العلوي أو السفلي في الجهاز التنفسي (الشعب والرئة نفسها).
- جراثيم بعض الفطريات وحبوب اللقاح قد تسبب الحساسية التنفسية أو الربو الشعبي ومنها جراثيم التفحمات *Tilletia foetida, T. caries, Ustilago, Sphacelotheca*

فعند دراسة حالة مرضية وجد ان رجل عمرة ٤٨ سنة يعمل في محطة للغلال ويعاني من الحساسية التنفسية طوال ٢٢ عام فوجد أن بصاقه يحتوي علي جراثيم تفحم الذرة والقمح.

الأغذية الملوثة بالسموم الفطرية

(أ) السموم الفطرية في الحبوب

تبدأ الفطريات في النمو والتكاثر على الحبوب المخزنة عندما تبلغ درجة حرارة المخزن ٢٦°م ورطوبة نسبية من ٨٠-٨٥% أي عند توافر الظروف المناسبة لنمو الفطر من درجة الحرارة والرطوبة وملائمة مادة التفاعل ونسبة الأكسجين وخلافة من العوامل التي تشجع نمو هذه الفطريات المفرزة للسموم وهنا يبدأ إنتاج وتراكم السموم في المنتجات، ومنها:

- ☒ سم الـ .Ochratoxine حيث يوجد بكميات غير متجانسة في أجزاء الحبة المختلفة وعلى ذلك فعند طحن الحبوب يوجد بالدقيق كمية بسيطة من هذا السم تقدر بحوالى ١٠-٣٠% من الكمية الكلية أما الباقى يكون مركزاً في الطبقة الخارجية المنفصلة (الردة).
- ☒ الأرز يمكن أن يتلوث بالعديد من السموم الفطرية وخاصة الأفلاتوكسينات وقد يتم التخلص من ٤٩% من سم الأفلاتوكسين ب١ بعملية الغليان العادية للأرز أما عند طبخة في الأوتوكلاف فقد تم تحطيم حوالى ٨٢% من هذا السم. .
- ☒ الذرة وجد بها سموم الـ Zearalenones حيث يوجد في أندوسبرم الحبة بنسبة ١% فقط والباقى يوجد في الأجزاء الأخرى مما يعنى أنه يعتبر خالياً من هذا السم تقريباً.
- ☒ فى الخبز والعجائن الغذائية فإن السموم الفطرية كان من النادر تسجيل وجودها إلا فى حالات استخدام مواد أولية شديدة التلوث بالسموم الفطرية وعملية تخمر العجائن لا يؤثر تأثيراً كبيراً على الأفلاتوكسين ولكنها تقلل نسبة وجوده نتيجة لارتفاع الحموضة أو كنتيجة لعمليات الأكسدة الحادة فى

العجينة ومن الممكن تلوث الخبز نفسه بالفطريات المنتجة للسموم وخاصة الخبز المغلف إذا ما طالت فترة عرضه للبيع ولذلك تستخدم حالياً مواد مثبطة للفطريات وأشهرها هو حمض السوربيك.

(ب) السموم الفطرية فى البذور الزيتية والزيت

الفول السودانى هو أشهر المواد الزيتية إصابة بفطر *A. flavus* وقد عرف عنه مصائب عديدة مثل إصابة الديوك الرومى فى إنجلترا أو غيرها نتيجة تراكم الأفلاتوكسين، وحيث أن الوقت الحرج هو وقت الحصاد والتخزين فإن التجفيف الفورى للبذور بعد الحصاد، وكذلك تخزينها فى ظروف هوائية معدلة وحرارة منخفضة يمنع تراكم وإنتاج الأفلاتوكسين أما أثناء الحصول على الزيت بطريقة العصر فإن معظم كمية الأفلاتوكسين والسموم الأخرى تظل فى الكسب ويمر فقط حوالى ٥% من الكمية الكلية إلى الزيت بعكس الاستخلاص بالمذيبات فإن كمية السموم الفطرية المتبقية فى الكسب تكون قليلة حيث تمر كمية كبيرة إلى الزيت عن طريق المذيب المستخدم.

وفى الأحوال العادية تكون كمية الأفلاتوكسين فى الزيت فى حدود ٥-١٠% من تلك الموجودة فى الحبوب، وهى تقدر بحوالى ٥٠-٢٥٠ جزء فى المليون وهى لا تمثل خطراً تسممياً كبيراً . ويفضل إجراء عملية تحميص لبذور الفول السودانى قبل عملية استخلاص الزيت لما لها من دور فى تخفيض محتوى السموم بالبذور وهذا الانخفاض يعتمد على المحتوى الابتدائى ونوع السم وطريقة التحميص ذاتها.

أما عمليات التكرير التى تجرى لزيت عباد الشمس فإنها تؤدى إلى تخفيض نسبة الأفلاتوكسين وذلك لأن المعاملة بالقلوى تؤدى إلى تكوين أملاح ذائبة والتى تزال بسهولة من خلال المعاملة بمساحيق التبييض. وفي حالة إجراء التبييض في وجود حمض الستريك فإن التأثير المزيل للسم يكون تاماً.

(ج) السموم الفطرية في البقوليات والفواكه

من أنواع السموم الفطرية الأكثر انتشاراً في الفواكه هو الباتيولين حيث يشكل نسبة ٨٤% من السموم الفطرية في الفواكه وبخاصة التفاح، والذى وجد في المناطق التالفة من ثمرته تركيزات حتى ٢٥,٠٠٠ ميكروجرام /كيلو من ثمار التفاح. كما سجلت عصائر التفاح أعلى التركيزات يليها عصائر الكمثرى والعنب، ومن الفطريات المفرزة لسم الباتيولين, *Aspergillus terreus, Aspergillus clavatuss, penicillium patulum* كما ثبت أن عمليات تركيز العصائر خاصة التفاح لاتؤدى إلى تقليل هذا السم، ويلاحظ وجود حامض الأسكوربيك في هذه الثمار الذى يؤدى إلى تقليل السموم بصفة عامة والباتيولين بصفة خاصة.

أما في الفواكه المجففة فيوجد الأفلاتوكسين بتركيزات عالية حيث يوجد في المشمش والتين والأناناس. وقد ثبت وجود الباتيولين في المربات لأن التركيزات العالية من السكر في هذه المنتجات تعمل كحماية للسموم من فعل درجات الحرارة العالية وتزيد من مقاومة هذه المركبات لدرجات الحرارة أثناء عملية الطبخ. وقد تبين وجود أفلاتوكسين ب١، ج١ في الكريز والجزر والتى تمر إلى العصير بعد ذلك.

(د) السموم الفطرية في البن والكاكاو

وتوجد على البن الأخضر بعض الفطريات وكنتيجة طبيعية لها اكتشف أحد أنواع هذه السموم وهو توكسين Ochratoxins بكميات كبيرة مقارنة بالأفلاتوكسين كذلك وجد بكميات قليلة توكسين Sterigmatocistin ولكن بإجراء عملية التحميص للبن فإن هذه العملية وجد أنها تهدم حوالى ٧٠-٨٠% من كمية السموم الموجودة على البن الأخضر، أما في الكاكاو فوجد أن سموم الأفلاتوكسين هى السائدة حيث توجد بنسب تتراوح بين ٢٨-٦٥ ميكروجرام/كجم.

(هـ) السموم الفطرية في اللحوم ومنتجاتها

بتتبع وجود هذه المركبات في اللحوم وجد أنها توجد في لحوم الحيوانات التى تتغذى على علائق ملوثة بالفطريات وأهم هذه السموم هى نوع Ochratoxins وقد وجد أنها تتركز في كلية الحيوانات بكمية كبيرة ، ويتميز الأوكراتوكسين في اللحوم على درجات حرارة تصل إلى ١٥٠-١٦٠°مدة ٦-١٢ دقيقة فإن محتوى السم ينخفض بمقدار ١٤-٣٥% فقط ، أما السم في النسيج الدهنى فلا يتأثر على الإطلاق بالحرارة.

أما في منتجات اللحوم فقد وجد العديد من السموم الفطرية مثل الباتيولين والأفلاتوكسين وقد وجد ثبت أن تراكم السموم على منتجات اللحوم يتم عند حفظ هذه المنتجات تحت ظروف غير مبردة. كما ثبت أن معاملة المنتجات بسوربات البوتاسيوم هي أحسن الطرق لمنع نمو الفطريات وبالتالى منع ظهور السموم الفطرية.

(و) السموم الفطرية فى الجبن

السموم (التوكسينات) الفطرية Mycotoxins هى مواد أيض الفطريات التى تنتج أثناء النمو على المواد الغذائية بما فيها الحبوب، المكسرات، البذور الزيتية والتى يمكن أن تستخدم كأعلاف لماشية اللبن. ومن السموم المعروفة الأفلاتوكسين Aflatoxin وهو ناتج لعمليات الأيض الطبيعية لفطر *Aspergillus flavus, A. parasiticus*, والأكثر أهمية والذى قد يسبب سرطان الكبد خاصة أفلاتوكسين B1 فإن تناولت ماشية اللبن عليقه ملوثة بالأفلاتوكسين B1 (الأكثر أنتشاراً فى العلائق) فان اللبن الناتج إذا استخدم فى تصنيع الجبن فان الأفلاتوكسين M1 ينتقل الى الجبن، البسترة أو التعقيم لها تأثيراً ضعيف على الأفلاتوكسين عند استخدام لبن الماشية التى تتغذى على علف ملوث للسموم.

العوامل التى يتوقف عليها تأثير الميكوتوكسينات

١) نوع الميكوتوكسين

تختلف الميكوتوكسينات فى درجة سميتها، فمثلا Aflatoxin G1 اقل سمية من Aflatoxin B1 ولكنة اكثر سمية من Aflatoxin B2. وبناء على ذلك فان مقدار الجرعة نصف المميتة (LD50) من السموم الفطرية المختلفة سوف تتباين مع نوع واحد من الحيوانات.

٢) مستوى الميكوتوكسين فى الغذاء

لا شك بأن زيادة تركيز السم الفطرى فى الغذاء تزيد الأضرار الناتجة فى الكائن الحى. ففى إحدى التجارب لدراسة تأثير المستويات المختلفة (صفر، ١،٢،٤،٨،١٦ جزء فى المليون) من السموم T-2toxin على أداء دجاج اللحم، ولوحظ انخفاض النمو نتيجة السم بدرجة معنوية عند مستوى ٤أجزاء فى المليون فما فوق، ولوحظت أعراض عصبية غير طبيعية عند هذه المستويات.

٣) نوع الحيوان وعمره وجنسه

تختلف الحيوانات فى درجة خضوعها وتأثرها بالميكوتوكسين الواحد باختلاف النوع والسلالة والعمر والجنس. ويظهر أن الجرعة نصف المميتة (LD50) من سم Aflatoxin B1تختلف باختلاف نوع الحيوان فهى تبلغ فى الأرانب ٠,٣ ملليجرام/كجم وزن حى، بينما تصل ١٧,٩ ملليجرام/كجم وزن حى فى إناث الفئران التامة النمو. وقد ذكر بتلر Butler عام (١٩٧٤) أن سمك التراوت والبط الصغير والخنازير تخضع بسهولة للتسمم الأفلاتوكسينى (B1) بينما بعض الحيوانات الأخرى مثل الأغنام والماشية فهى اكثر مقاومة له.

وتزيد درجة مقاومة الكائن للتسمم مع تقدمه فى العمر. ومن البديهى أن مقاومة الجسم تصل إلى ذروتها مع تقدم العمر ثم تبدأ فى الانخفاض من جديد أى يزيد الخضوع والاستلام للميكوتوكسينات، وتحتاج هذه النقطة إلى الدراسة والبحث. الإناث اكثر مقاومة للميكوتوكسينات من الذكور.

٤) مدة التغذية

تتوقف الأضرار الحاصلة من التسمم الفطرية على طول مدة التغذية علية. حيث أظهرت نتائج الكثير من الأبحاث ازدياد أعداد الحيوانات المصابة بأورام كبدية بزيادة مدة التغذية.

٥) التداخل بين الميكوتوكسينات

أن احتمال تكوين اكثر من سم واحد من فطر واحد أو أكثر فى نفس الوقت وعلى نفس البيئة احتمال قائم وكبير. ويترتب على وجود أكثر من سم فطرى معاً أن يتغير تأثير كل منهما نتيجة التفاعل أو التداخل بينهما حيث يحدث ثلاثة أنواع من التأثيرات هى:

- **التأثير الإضافى Additive effect** : بمعنى انه إذا كان تأثير الميكوتوكسين الأول يقدر بأربع وحدات والثانى بخمس وحدات فان وجودهما معاً يجعل تأثيرهما (٩) وحدات.
- **التأثير التنشطى Synergistic effect** : ويعنى انه إذا كان تأثير الميكوتوكسين الأول يقدر بأربع وحدات والثانى خمس وحدات فان وجودهما معاً سيكون تأثيرهما أكثر من (٩) وحدات.
- **التأثير التضادى Antagonistic effect**: ويعنى أنه إذا كان تأثير الميكوتوكسين الأول يقدر بأربع وحدات والثانى خمس وحدات فان وجودهما معاً سيكون تأثيرهما اقل من (٩) وحدات.

٦) تركيب الغذاء

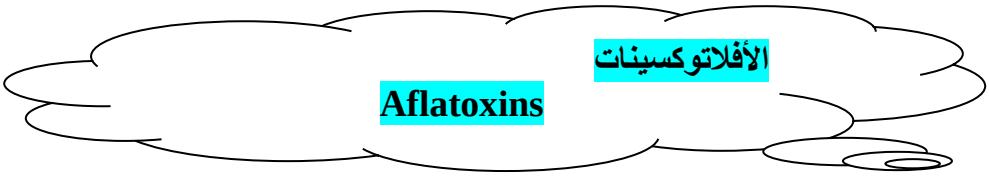
أوضحت الأبحاث أن تركيب الغذاء يمكن أن يقلل من التأثير الضار للسموم. وأوضحت دراسة أن الإضافات الفيتامينية لم تظهر تأثيراً معنوياً على معدل النمو فى دجاج اللحم خلال التسمم الافلاتوكسينى وكان لنقص الثيامين تأثير وقائى.

أنواع السموم الفطرية

تم تصنيفها تحت المجاميع الرئيسية التالية:

١. الأفلاتوكسينات.
٢. الأوكراتوكسين.
٣. الزيراليون.
٤. مجموعة السموم الفطرية الأخرى.

وسوف نركز فى الجزء التالى على أخطر السموم الفطرية وأكثرها انتشارا وهى (الأفلاتوكسينات).

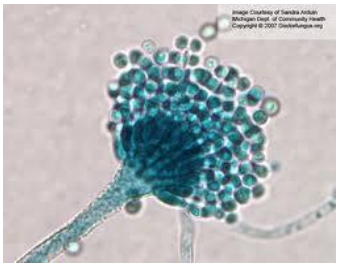


الأفلاتوكسينات هى مركبات تنتج كنواتج ثانوية كوحدات أسيتات Acetate unit فى دورة Polykitide pathway أثناء التمثيل الغذائى لبعض الفطريات المعروفة من جنس الأسبرجلس *Aspergillus* وقد اطلق هذا الاسم عليها عام ١٩٦٠م عندما اكتشف أن مسبب مرض Turkey X disease هو مركبات تنتج من فطر *Aspergillus flavus* واطلق عليه الافلاتوكسينات. والافلاتوكسينات هى مواد سامة ومن اكثر المواد المعروفة يتأثيرها المسرطن، عند تناول الانسان غذاء محتوى على السموم فإنها تدخل مباشرة الى الكبد ويتم تمثيلها من قبل الجسم وتتحول الى مركبات الإبيكسويد وهى مركبات اقل ضررا من المركب الاساسى. ويرجع سبب تسميتها بهذا الاسم المقطع Afla من المقطع فلافو والمقطع Toxin معناه سم.

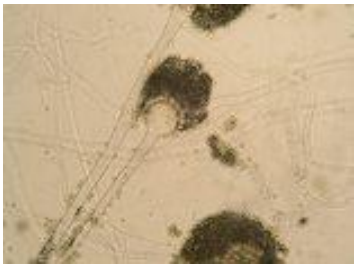
الأفلاتوكسينات هى أكثر السموم الفطرية شيوعا لأنها الأكثر حدوثا والأكثر ضررا وتعتبر الأفلاتوكسينات B1 هى أكثر السموم تواجداً وسمية وتعتبر أعلاف الدواجن بيئة جيدة لنمو الفطر وتكوين السموم وتقسم الأفلاتوكسينات وفقا للون التفاعل تحت الضوء ذات اللون الأزرق والأخضر، ومن الأشكال المختلفة للأفلاتوكسين B1, B2 & G1, G2 ويعتبر فطر *Aspergillus parasitics* قادر على إنتاج الأشكال الأربعة من السموم فى حين أن فطر *Aspergillus flavous* قادر على إنتاج B1 & B2 فقط ويظهر الأفلاتوكسين بعد الحصاد نتيجة التخزين السيئ.

أشهر الفطريات المفرزة للافلاتوكسينات

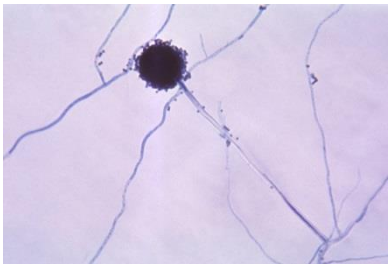
Aspergillus flavus

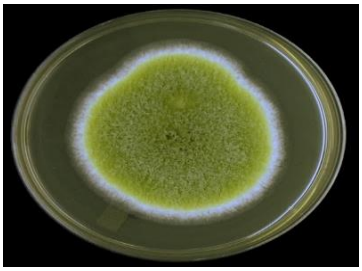


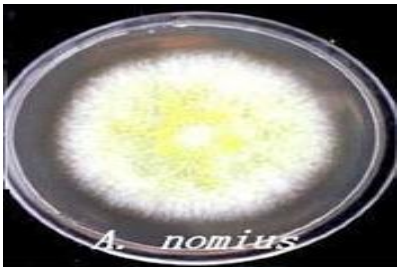
Aspergillus parasiticus



Aspergillus nomius







الأنواع الأساسية للأفلاتوكسينات

أمكن التعرف على حوالي ١٨ توكسين تنتمي الى الأفلاتوكسينات، أهمها:

- الأفلاتوكسينB1 وهو اكثر هذه السموم سمية على الاطلاق وينتج من الفطرين *Asp. flavus Asp. parasiticus* .
- بينما ينتج الافلاتوكسينات G1, G2 من الفطر *Asp. parasiticus* فقط ولكن يجب الاشارة هنا الى انه ليس بالضرورة عند وجود هذا النوع من فطر الاسبرجلس بالغذاء انه يوجد تركيزات مرتفعة ومميتة من السموم.
- الافلاتوكسينات M1, M2 تم اكتشافها فى ألبان الابقار التى تم تغذيتها على الحبوب المصابة بالفطر. وهذه المركبات وجد انها ناتج عملية تمثيل غذائى للافلاتوكسينات B1 ، B2 داخل كبد الابقار، وعلى الرغم من ذلك امكن اثبات انتاج الافلاتوكسين M1 فى مزارع هذا الفطر فى المعمل.

السمية Toxicity

الأفلاتوكسينات تعتبر من السموم ذات السمية العالية وأشارت العديد من الدراسات أن التعرض لجرعات عالية من السم يؤدي إلي التسمم الحاد Acute toxicity وله تأثير قاتل بينما التعرض لجرعات صغيرة لفترات متعددة يؤدي إلي التسمم المزمن ويطلق على حالة التسمم التي تحدث بهذا السم Chronic toxicity

تأثير السم علي الإنسان

العضو المستهدف لهذا السم هو الكبد حيث يسبب خلل في ميتابولزم الدهون والبروتين وتترسب الدهون في الكبد مما يؤدي إلي تشحمها ومن ثم تلف خلايا الكبد وتليفها في النهاية وإصابة الكبد بالسرطان حيث تقوم الأفلاتوكسينات بعمل طفرات في الجين المسئول عن تثبيط الأورام والمسمى B53 ومن ثم يؤدي للإصابة بأورام الكبد.

الأغذية المعروفة باحتوائها علي سموم الأفلاتوكسين

الأغذية المفضلة لنمو الفطر الذي يفرز هذا السم هي: الفول السوداني، زبدة الفول السوداني، المكسرات مثل (الفستق، الجوز، الكاجو، اللوز)، الذرة، القمح، الأرز، الشعير، البذور الزيتية، البقوليات، وكذلك أكدت بعض الدراسات على احتواء حبوب القهوة العربية علي سموم الأفلاتوكسين.

الظروف المثلى لحدوث عمليةالتلوث بالفطريات المنتجة للأفلاتوكسينات

تنتشر الأنواع المختلفة التابعة لجنس الاسبرجلس فى الطبيعة بشكل كبير فهذة الافراد تلوث المحاصيل قبل عملية الحصاد أو اثناء التخزين. ومن أهم هذه المحاصيل (الذرة، الشعير، الفول السودانى)، فعند إصابة النباتات بفطر الاسبرجلس مع توفر ظروف غير طبيعية مثل ارتفاع مستوى الرطوبة او تعرض النباتات للجفاف فى التربة أو ينتج من سوء التخزين فيفرز الفطر الافلاتوكسينات. ففى عام ٢٠٠٣م توفى ١٢٠ شخص فى كينيا بسبب تناولهم حبوب الذرة المحتوية على نسبة مرتفعة من الافلاتوكسينات.

التحكم في سموم الأفلاتوكسين

لتقليل التعرض لسموم الأفلاتوكسين تقوم الهيئات والمنظمات المسؤولة عن سلامة الأغذية بفحص الأغذية التي تعتبر مصادر لهذا السم للتأكد من سلامتها. ولأنه لا يمكن تلافي تلوث الغذاء بسموم الأفلاتوكسين حتى باستخدام التقنيات العالية في التصنيع الغذائي ولا توجد من الناحية العملية طريقة يمكن الاعتماد عليها وتحول دون وصول هذه السموم إلى غذائنا لهذا السبب سمحت الـ Federal Drug Administration (FDA) بوجود مستويات محددة من سموم الأفلاتوكسين في الأغذية وتقول الـ (FAO) أن ربع غذاء العالم ملوث بسموم الأفلاتوكسين والمستويات المقبولة من هذا السم في الأغذية هي عشرين جزء في البليون (20 ppb) وهو الحد الأقصى المسموح به من سموم الأفلاتوكسين من النوع M1 الموجود في الحليب وهو يفرز مع حليب الأبقار التي تتغذي على علائق محتوية على سموم الأفلاتوكسين. وتنصح الـ(FDA) بالتركيز علي فحص الفول السوداني وزبدة الفول السوداني علي وجه الخصوص لأنها أحد أهم الأغذية التي تحتوي علي هذه السموم ولانتشارها الواسع بين الأفراد.

سموم الطحالب Phycotoxins

مقدمـــــــــــــــة

يشير مصطلح الإزدهار الضار للطحالب Blooms بأنه بقعة مرئية أو غير مرئية من الطحالب الدقيقة أو العوالق "البلانكتونات" (الهائمات النباتية) نتيجة إزدهار نوع أو أكثر من الهائمات النباتية المنتشرة بكثافة عالية في المياه أو تعرف بالطحالب الضارة قد تصل الي أكثر من عشرة ملايين خلية في اللتر في نفس الوقت مصحوباً بتلون واضح للمياه الطبيعية بدرجات من ألوان الأخضر الزيتوني، الأصفر، البني، الطوبي وتؤثر سلباً علي النظم الإيكولوجية المائية أو صحة الإنسان. وقد يكون الإزدهار الضار للطحالب في المياه نتيجة تركيز متزايد للمغذيات.

أحد أهم عوامل إنتشار ظاهرة الإزدهار الضار للطحالب نتيجة خلل في العوامل البيئية ومنها إختلاف نسبة الفوسفور الي النيتروجين، فكلما زاد معدل الفوسفور في الكتلة المائية زاد معدل ظهور الطحالب الضارة مع توافر الظروف البيئية الأخري. ومن تأثيرات الإزدهار الضار للطحالب هلاك أسماك المزارع السمكية الإقتصادية إذا ما انتشرت تلك الظاهرة بالمزرعة. والأزدهار ظاهرة تتعرض لها بعض المزارع السمكية وهي في العادة تبقي كحد أقصي لمدة ثلاثة أيام ولكن إذا ما وجدت بيئة مناسبة لها فأنها تبقي نشطة فتزداد تفاقماً، والتلوين الموجود في هذه الهوائم يعود للصبغة الموجودة في الطحالب والتي تستخدم لتجميع ضوء الشمس. وأزدهار الطحالب يستلزم بالضرورة تواجد عدد كاف من الخلايا النشطة وكذا ظروف بيئية مناسبة لتكاثرها.

وهذه الخلايا قد يتم وصولها أو نقلها إلي منطقة الإزدهار أو قد تكون نابعة من أصل منطقة الإزدهار ذاتها. وتمثل الحويصلات المدفونة داخل الطبقة السطحية من قاع البحر أو النهر أو المزرعة السمكية العامل الرئيس لظهور الإزدهار في منطقة تحولها من مجرد حويصلات الي خلايا مزدهرة هذه الحويصلات إنما هي في الواقع خلايا حية سقطت من سطح الماء في فترة إزدهار سابقة للطحالب (عند إنهياره) وقد تظل كامنة عاماً أو أكثر حتي تحين فرصة الإزدهار.

ملاحظة: ليست جميع الهوائم أو الطحالب المكونة لظاهرة الإزدهار من الانواع السامة، بل قد تغير ببطء سميتها علي مدي فترة من أسابيع إلي أشهر.

ومن أهم أنواع الطحالب التى يشيع نموها وإزدهارها في المياه السطحية الطحالب الخضراء المزرقة أو ما يطلق عليها "السيانوبكتيريا" (Cyanobacteria)، وكأيّ كائن حي آخر يتولد من نشاطاته الحيوية مقادير من المركبات الأيضية الثانوية ناتجة عن عمليات البناء والهدم داخل الخلايا, ومنها ما له أثر سام أو قاتل وهو ما يطلق عليه بالسموم الطحلبية Algal toxin وبذلك تصبح إفرازاتها قد تجاوزت في تأثيرها السلبي

على جودة المياه النواحي المتعلقة بتغيير الطعم والرائحة الى حدّ السميّة والخطر. إن هذه المركبات السامة قد يرتبط انطلاقها أحيانا بموت الطحلب وتحلله وهذا يعني أن نظم معالجة المياه قد تتسبب في ذلك عند استخدام وسائل إزالة للطحلب غير مناسبة وهذه المركبات إذ انطلقت من الطحلب يصعب ازالتها من الماء جداً.

وقد تؤدي السموم التي تفرزها الطحالب الي تسمم وموت كثير من الأسماك والطيور التي تتغذي علي بعض أنواع الطحالب أو التي تتغذي علي كائنات مائية تراكمت داخلها تلك السموم (مثل قواقع بلح البحر) او شربت ماء ملوثا بتلك الطحالب مما يزيد من التلوث البيولوجي للمياه بجثث هذه الاسماك والطيور.

والمواد السامة التى تطلقها الطحالب قد لا يوقف تاثيرها عمليات المعالجة بالمرشحات واستخدام الكلور، كذلك لم تنجح عمليات المعالجة فى حالة استخدام الكربون المنشط. بعض الدراسات الحديثة أكدت آمان إستخدام كبريتات الألمونيوم من ناحية قدرتها على إزالة الطحلب بالترسيب والتخثير في محطات معالجة المياه مع ضمان عدم اطلاق السموم. علاوة على الكشف المجهري عن الطحالب في المياه فإن الكشف عن المركبات السامة الطحلبية وتحديد تركيزها في مياه الشرب يعتبر من التحاليل غير الروتينية المهمة حيث حددت منظمة الصحة العالمية القدر الذي لايسمح بتجاوزه في هذا الشأن وهو ١ ميكروجرام لكل لتر من مياه الشرب.

العديد من الطرق استخدمت لرصد وتحديد تركيز هذه السموم كاستخدام الفصل الكروماتوجرافي TLC وHPLC وبعض الطرق المناعية كالإليزا حيث يربط السم بجسم مضاد متعدد موجه ضد السم. وقد حذرت السلطات الصحية في بعض المناطق من الاستحمام في المياه التي تحتوي علي نمو كثيف للطحالب الخضراء المزرقة. فملامسة بعض الطحالب تسبب امراضا جلدية مثل طحلب انابينا بينما طحالب لينيا كونتورا وأناسيستيس) تسبب الحساسية للانسان وتسبب الطحالب الخضراء كلوريلا خدوشا وجروحا في الاغشية المخاطية للانسان.

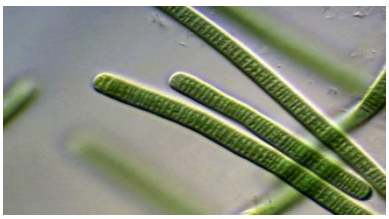
أجناس الطحالب التى يمكن أن تتورط في تسمم مياه الشرب

ليست جميع الهوائم او الطحالب من الانواع السامة التى قد تؤدي الى ضرر الكائنات البحرية وبالتالي تؤثر على صحة الانسان وتقسم الطحالب الضارة الى ثلاث مجموعات تضم ما يقارب ٣٠٠ نوع من الطحالب المجهرية والتي تضم:

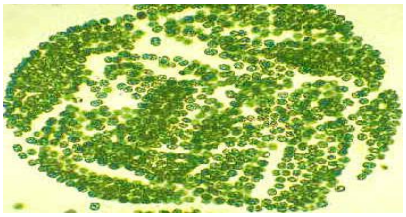
- **المجموعة الاولى:** وتشكل ما يقارب من ٢٥% من هذه الطحالب وتقوم بانتاج السموم الحيوية والتي عادة ما تؤدي الى نفوق الاسماك والثدييات وتؤثر على صحة الانسان.
- **المجموعة الثانية:** ازدهار هذه المجموعة يسبب نفوق للحياة البحرية حيث تؤدي الى نقص شديد في كمية الاكسجين في المياه المذابة للمنطقة الموجودة بها.
- **المجموعة الثالثة:** تجمع بين المجموعتين السابقتين.

عموما يوجد هناك ما يقارب من ستة انواع من الطحالب المعروفة والتي تتميز بشدة انتاجها للسموم الذي ينتج عنه تضرر للبيئة البحرية والتي تضم مجموعتين هما الخضراء التى تميل الى الاصفرار والخضراء التى تميل الى الزرقة والتى هى اكثر سمية ومن هذه الاجناس:

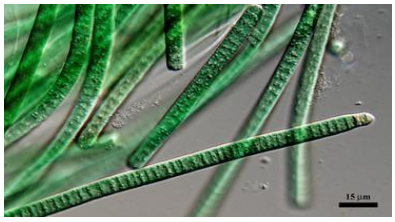
Anabaena spp.



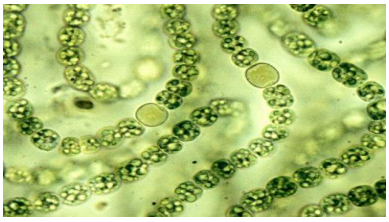
Oscillatoria spp.



Microcysttis spp.

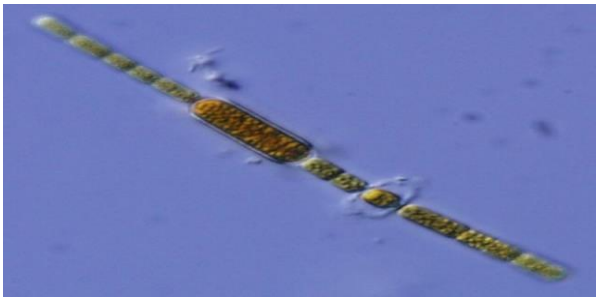


Phormidium spp.

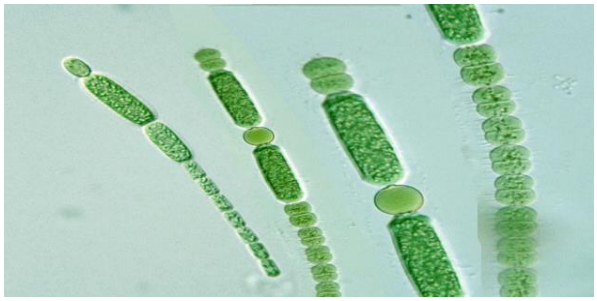


Nostoc spp.

Nodularia spp.



Aphanizomenon spp.



Cylindrospermum spp

السموم الطحلبية

ان مياه الأنهار الملوثة تمتاز باحتوائها على كميات كبيرة من المواد العضوية وربما تركيزات عالية من الفوسفات والنترات، وذلك حسب طبيعة مصدر التلوث. وتختلف نوعية وعدد الطحالب في مناطق النهر الملوثة بمياه المجاري عن تلك المناطق غير الملوثة و التي تقع بعيداً عن مصبات المجاري، وتعتبر الطحالب الخضراء المزرقّة والسوطيات من أكثر المجاميع تواجداً في منطقة النهر التي تحتوي على فضلات عضوية مثل كلاميدوموناس، يوجلينا، نافيكولا، أوسيلاتوريا، فورميديوم، وسيندرا .

ومن هذه النواتج الأيضية السامة Microcystins، Hepatoxins والتي ثبت علمياً قدرتها على إتلاف الكبد أو إحداث طفرات سرطانية في الكبد. علاوة على الكشف المجهري عن الطحالب في المياه فإن الكشف عن المركبات السامة الطحلبية و تحديد تراكيزها في مياه الشرب يعتبر من التحاليل غير الروتينية المهمة، حيث حددت منظمة الصحة العالمية القدر الذي لايسمح بتجاوزه في هذا الشأن وهو ١ ميكروجرام لكل لتر من مياه الشرب.

للطحالب أنواعا عديدة ومعقدة التصنيف ومنها أنواعا قادرة على إنتاج السموم والتي تكون ثلاثة أنواع:

١) سموم خلويه Cytotoxin

إسمها مشتق من الاختبارات التي تدخل بها هذة السموم وهي إختبارات خلويه لمعرفة إمكانية إستخدام هذة السموم في علاج الخلايا السرطانية.

٢) سموم كبدية Hepatotoxin

سميت كذلك بسبب إستهدافها للكبد عند دخولها للجسم فتسبب تفكك الخلايا الكبديه وتحطمها مما يسبب في حدوث النزف في الكبد ويؤدي ذلك لتضخم الكبد وتغير لونه ثم فشله في أداء وظيفته وهناك ادلة حديثة على امكانيه هذة السموم على إحداث السرطان وعموما فهي تحتوى على نوعين:

- المايكروسستينات Microcystins
- النوديولارينات Nodularins

وهذة السموم تنتج من الطحالب الخضر المزرقة "Blue green algae "cyanophyta وقد تم تسجل اكثر من ٦٥ نوعا من هذة السموم.

٣) سموم عصبية Neurotoxin

تؤثر بشكل مباشر على الجهاز العصبي وتسبب الشلل ثم الموت خلال وقت قصير وهذة السموم تحتوى على خمسة انواع فقط.

وقد تم تحديد ستة أنواع للتسمم الناتج عن تناول أسماك ورخويات وقشريات ملوثة بسموم الطحالب في معظم دول العالم، منها:

☒ **التسمم المسبب لفقد الذاكرة Amnesic shellfish poisoning**

الذي يقع نتيجة تناول الأسماك المحارية الرخوية التي يكون مصدرها البحار أو المحيطات. وتتمثل أعراض التسمم بحامض الدوموبك في فقد الذاكرة وصعوبة التنفس، ويمكن أن ينتهي بالوفاة في حالة ما إذا كانت الجرعات عالية.

☒ **التسمم المسبب للإسهال Diahrretic shellfish poisoning**

فيرتبط بتناول الإنسان للأسماك المحارية الملوثة بسموم حامض الأوكاديك ومشتقاته. وتظهر أعراض التسمم هنا في صورة إسهال وحالات إغماء وقيء، وكذلك ألم وتقلصات متوسطة أو حادة في البطن وقشعريرة. غير أنه لم تسجل حالات وفاة من هذا النوع من التسمم حتى الآن في أي دولة من دول العالم.

☒ **التسمم العصبي Neurotoxic shell fish poisoning** الذي تظهر أعراض التسمم به في غضون ثلاث ساعات من تناول الأكلات الملوثة بهذه السموم، والتي تشمل وخزاً خفيفاً يبدأ في الوجه ثم ينتشر إلي باقي أجزاء الجسم، وكذلك الشعور بالبرد والحر بالتناوب وأحيانًا تظهر أعراض شبيهة بتلك التي تنتاب السكارى.

☒ **التسمم المسبب للشلل Paralytic shell fish poisoning**

يرتبط بالأسماك المحارية، إلا أن الباحثين اكتشفوا مؤخرًا أن أسماك الماكريل وجراد البحر قد تكون سببًا لهذا المرض أيضًا. وتشمل أعراض التسمم في هذه الحالة فقدان الحس والشعور بحرقان في الشفتين واللسان والوجه وأطراف الأصابع، كما يمكن أن يؤدي إلي فقدان الحركة، وقد تؤدي حالات التسمم الحادة الي توقف التنفس الذي ينتهي بالشلل أو الوفاة.

☒ **التسمم السيكواتيري Ciguatera fish poi soning**

والذي فيه ينتقل سم السيكواترا إلي الإنسان من خلال تناول الأسماك الزعنفية. وتكمن أعراض التسمم بالسيكواترا في الإسهال وآلام البطن وحالات القيء والإغماء والشعور بالبرد والحر بالتناوب وكذلك حكة وهرش شديد، أما حالات الوفاة فهي نادرة.

☒ **التسمم بالفيستيريا Pfiesteria poi soning**

الذي يعتبر نوعًا من الكائنات وحيدة الخلية لا لون له، مع ملاحظة أن هذا النوع من الطحالب لا يكون سامًا في غياب الأسماك، ولكن عندما يستشعر بوجودها فإنه سرعان ما يفرز سمومه التي تؤدي إلى تآكل جلد السمك وتلف جهازها العصبي، ومن ثم تصبح هذه الأسماك ضعيفة وعرضة لهجمات الميكروبات الأخرى، وأكثر من ذلك فإن «الفيستيريا» تنتج سماً ضاراً بالأعصاب ينتشر كالإيروسولات Aerosol يؤدي إلي الالتهاب الرئوي وحكة وحرقة في العيون.

بعض الحلول التى يمكن اللجوء اليها للحماية من السموم الطحلبية

المياه التي تأثرت بالطحالب الخضراء المزرقة تحتاج إلى معالجة إضافية. وعمليات المعالجة الحديثة قادرة على التعامل بكفاءة مع الطحالب هذه، وتعتبر الكلورة "إضافة الكلور لقتل البكتريا" والترشيح عبر الكربون المنشط من طرق المعالجة هذه.

ماذا يمكن أن نفعل لنقلل من وجود الطحالب فى المياه؟

- تقليل تركيز العناصر الغذائية في مصادر المياه. (ويعتبر الفسفور الذي يصل الماء عبر الرواسب التي تدخل المياه المصدر الأهم وراء إزدهار الطحالب وانتشارها).
- تشجيع معايير المحافظة على المياه.
- تطوير أو تحسين التقنيات الخاصة بمعالجة أو نزع السموم من المياه الملوثة.

ما هو التصرف الفوري في حال تلوث المياه بالطحالب؟

إذا كنت تشك في أن الطحالب قد وصلت إلى الماء الذي تشربه أو تستخدمه لسقي الماشية أو للأغراض المنزلية فعليك أن تمتنع عن استخدامها حتى يتم تحليل الماء والتعرف على نوع الطحالب الموجود بالماء ليحدد فيما إذا كانت هذه الطحالب من الطحالب الخضراء المزرقة أم لا.

ملاحظة: غلي الماء لا يحل المشكلة.

ويشمل التغلب على الطحالب خطتين إحداهما قصيرة المدى والأخرى طويلة المدى كما يلى:

التغلب على الطحالب على المدى القصير

إذا كنت تشك في أن الطحالب الخضراء المزرقة قد وصلت إلى مصدر المياه الخاص بك فحاول أن تجد مصدرا بديلا فورا لتستخدمه. كما يجب عدم معاملة المياه الملوثة بمبيدات الأعشاب أو مركبات النحاس أو مبيدات الطحالب، لأن هذه المعاملات من شأنها أن تحطم خلايا الطحالب وتنثر سمومها في المياه .وقد أثبتت الدراسات الحديثة أن سموم الطحالب الخضراء المزرقة عندما تنتشر في المياه يمكن أن تبقى لعدة أشهر. فإذا لم يوجد المصدر البديل للمياه فإنه يمكن استخدام الكربون المنشط لفلترة "ترشيح" المياه للأغراض المنزلية. نظام الترشيح بالكربون المنشط يمكن أن يزيل كل أو معظم السموم، ولكن المتبقيات لا يمكن ضمان أن تكون كافية لإحداث الضرر لأن المعالجة هذه تعتمد على كفاءة الادمصاص للكربون والصيانة الملائمة للنظام.

التغلب على الطحالب العمل على المدى الطويل

هناك عدد من الاستراتيجيات التي تستخدم الآن لمكافحة الطحالب الخضراء المزرقة نذكر منها:

- الإدارة المتكاملة للأحواض المائية والتي تهدف إلى التنظيم و التحكم في تدفق المخصبات ذات المصادر غير الطبيعية إلى المجاري المائية.
- تشجيع تربية الطحالب بالاستزراع السمكي في المجاري المائية بأصناف من الأسماك يتم اختيارها لهذا الغرض، وتشجيع إعادة نشر النباتات المائية في هذه المجاري مع منع تلوث المياه فيها بالمبيدات قدر الإمكان.
- استعادة الغطاء النباتي في المناطق المجاورة للمجاري المائية.
- دعم المشاركة المجتمعية في جهود وقضايا إدارة الأحواض والمجاري المائية.
- الاهتمام بالبحوث والدراسات التي تعتنى بدراسة السموم والفحوص والاختبارات الميدانية "الحقلية" التي تجرى عليها فيما يخص ثباتها وتكسرها تحت الظروف المناخية المختلفة.

إن منع ازدهار الطحالب هو الهدف الأول ولكن كون الطحالب تشكل جزء من النظام البيئي الطبيعي فإن هذا الأمر قد لا يكون ممكنا، لهذا من المهم أن نعنى بإمكانية حدوث أخطار مرتبطة بالطحالب. لعل الخلاصة التي نخرج بها من هذا العرض الموجز أن علينا جميعًا توخي الحذر والحيطة عند تناول الأكلات البحرية، وخصوصًا عندما يتم الصيد من مناطق تكون فيها الشواطئ ملوثة بالازدهارات الطحلبية Red tides، مع ضرورة أن تقوم الجهات المختصة بعمليات فحص دوري لسموم الطحالب في الأكلات البحرية، بما في ذلك الأسماك والرخويات والقشريات.

ثانيا"

السموم الميكروبية فى الأعلاف

السموم الميكروبية فى الأعلاف

مقدمـــــــــــــــــة

يمثل العلف أكثر العناصر كلفة في مشروعات الإنتاج الحيوانى بكل أنواعه حيث تتراوح نسبة التكلفة ما بين حوالي ٦٠- ٧٠ % من التكلفة الكلية. و قد يبدو أن حماية الأعلاف من الفساد تتمثل في المحافظة على جودة مواصفات الأعلاف من الحصاد حتى التغذية, إلا أن هذه العملية تعتبر من الصعوبة بمكان نظرا لصعوبة التغلب على أسباب الفساد.

لا تخلو عينة واحدة من عينات علف الحيوان من عشرات السموم الفطرية والبكتيرية التى تتراوح نسبتها من آثار إلى تركيزات عالية. وعادة ما تشجع الظروف البيئية التى تخزن بها هذه الأعلاف نمو وتكاثر البكتريا والفطر. كما أن احتواء الأعلاف على مواد مختلفة من مسحوق دم ومسحوق سمك ومعادن وفيتامينات يشجع كل أنواع الكائنات الحية، باعتبار العلف غذاء يحتوى على احتياجات أى كائن من العناصر الغذائية. وبرغم أن الله قد وهب الحيوانات قدرة هائلة على تحمل هذه السموم وفى نفس الوقت قدرة على هدمها إلا أن بعض هذه السموم أو جزءا منها يبقى فى اللحوم، ويسرى إلى اللبن والبيض، فلقد أوضحت النتائج وجود بقايا كثير من هذه السموم الميكروبية فى ألبان وبيض ودهن ولحوم الحيوانات ومنتجاتها.

مسببات فساد الأعلاف هي:

- السموم البكتيرية.
- السموم الفطرية.
- السموم الطحلبية.

ومن أشهر الحوادث فى العالم عن أثر السموم الفطرية فى أعلاف الحيوانات موت مزارع كاملة من الدجاج الرومى فى انجلترا إثر تغذيته على علائق تحتوى على فول سودانى برازيلى ملوث بالسموم الفطرية طبيعيا، برغم أن تركيز هذه السموم لم يتعد ١٠ مليجرامات سموما لكل كيلوجرام فول سودانى، حيث تسببت هذه السموم فى إحداث نزيف داخلى تحت الجلد أفضى إلى الموت، وبالطبع أظهرت الصفات التشريحة للطيور الميتة حدوث تغيرات فى الكبد، وتضخم القنوات المرارية، وبوادر إصابات بالسرطان. والمعروف أن الدواجن من أكثر الحيوانات قدرة على هدم هذه الملوثات، ولقد اقتضت حكمة الله أن تكون النسبة بين المتناول مع العليقة فى الأبقاء والمفرز فى اللبن لا تتعدى نسبته ٣٠٠ : ١، بينما فى حالة الدواجن لا

تتعدى النسبة بين ما هو موجود فى العلف وما هو موجود بالبيض ١٢١ : ١، والطريف أنه بينما يكون السم الفطرى فى علف الأبقار أفلاتوكسين ب يكون السم فى اللبن أفلاتوكسين م١، ويعنى ذلك أن الحيوانات قادرة على تمثيل السم وتحويله إلى مركز آخر.

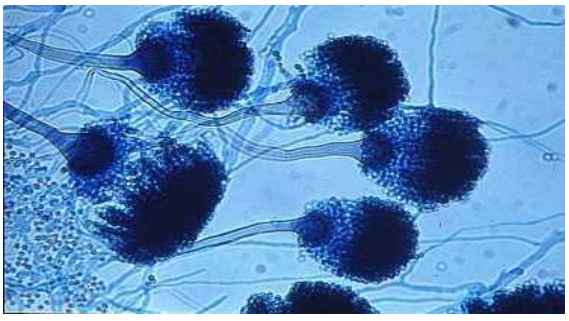
وفيما يلى شرح كلا منها بالتفصيل:

أولا: السموم البكترية

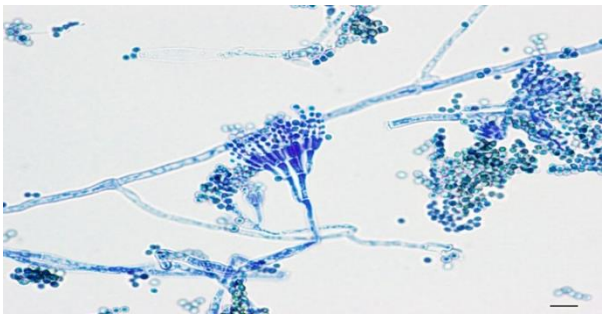
مساحيق السمك واللحم والعظام والدم كلها خامات معرضة للإصابة بالتلوث البكتيري, وهناك خاصيتين للبكتيريا الضارة تجعلها مميتة للإنسان و الحيوان وهما, قدرتها على التكاثر السريع وإنتاجها لأنواع خطيرة من السموم. ومن أنواع البكتريا التي تمثل مشكلة كبيرة بالأعلاف ميكروب السالمونيلا حيث أنه يعيش وينمو في القناة الهضمية, وهذا المرض ينتشر بسهولة من الحيوان إلى الإنسان ومن إنسان إلى إنسان ومن الإنسان إلى الحيوان, وفي خلال أي مرحلة من مراحل تصنيع وتخزين أغذية الحيوان.

السموم الفطرية

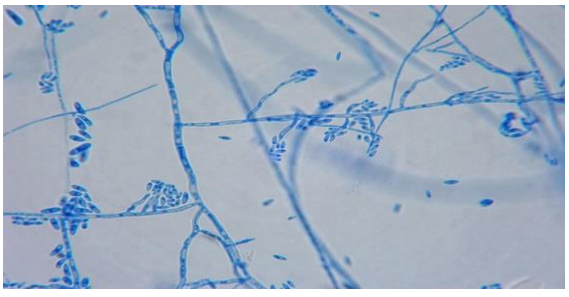
هناك أكثر من ٥٠ نوع من الفطريات تسبب مشاكل للإنسان والحيوان وتفرز حوالي ما يقرب من ٣٥٠ نوع من السموم الفطرية. كما أن الاعلاف التي تقدم للمواشي تكون سببا لتلوث الحليب واللحوم بالسموم الفطرية لذلك يجب الحرص على توفير المكان المناسب من حيث الرطوبة ودرجة الحرارة للمحافظة على سلامة الاعلاف. وتحتل أجناس اسبرجيلس وبنسيليوم وفيوزاريوم وألترناريا الصدارة في تلويث الأرز والقمح والذرة والخبز وبذور القطن والفول البلدي والفول السوداني والمكسرات والموالح والزيتون ومنتجات الالبان وغيرها المواد الغذائية المختلفة سواء مواد علف خشنة أو مواد جافة.



Aspergillus sp.



Penicillium sp.



Alternaria sp. *Fusarium sp.*

التسمم الميكوتوكسينى " التسمم بالسموم الفطرية"

التسمم الميكوتوكسينى يأخذ شكلين هما التسمم الحاد والتسمم الحاد والتسمم المزمن

أولا: التسمم الميكوتوكسينى الحاد Acute mycotoxicosis

يحدث هذا التسمم عندما تستهلك الحيوانات كميات كبيرة من السموم الفطرية فى أغذيتها وتظهر أعراضاً تتوقف على نوع السم. والتسمم الحاد غير عكسى أى لا تعود الحيوانات إلى حالتها الطبيعية برفع الغذاء الملوث بالميكوتوكسين واستبداله بآخر سليم وذلك لأن السموم قد أحدثت تأثيراً على الأجهزة أو الأعضاء فى جسم الكائن الحى محدثة بها تغيرات عميقة فى التركيب التشريحى والكيماوى والذى يؤدى بدورة إلى حدوث خلل فى دورها الوظيفى والعمليات الحيوية فى الجسم.

أعراض التسمم الميكوتوكسينى الحاد والمناسبة لنوع السم الموجود فى الغذاء

- النبض السريع Rapid pulse
- التنفس السريع Tachypnea
- التشنج Convulsion
- إفراز الدموع بغزارة Lacrimation
- الارتجاف (الرعشة) Tremor
- التقيؤ Vomiting
- رفض الغذاء Feed refuse
- الإسهال Diarrhea
- الترنح Staggers
- الفتور Apathy
- الموت الفجائى Sudden death
- تهيج الجلد Skin irritation
- الحساسية لضوء الشمس Photosensitivity
- تنكرز (ضمور) الجلد Dermal necrosis
- الإفراز الزائد للعاب (الريالة) Salivation (Slobber)
- الأعراض النزوية Hyper-estrogenism
- غزارة البول والعطش الشديد Polyria and Polydipsia
- النزيف الدموى Haemorrhage
- الشلل Paralysis
- السرطان Cancer
- الاستسقاء Oedema

ثانيا: التسمم الميكوتوكسينى المزمن Chronic mycotoxicosis

إن هذا النوع من التسمم الميكوتوكسينى هو الذى يمثل المشكلة الحقيقية، ذلك لأن وجود مقادير كبيرة من الميكوتوكسينات فى الأغذية كافية لإحداث التسمم الحاد قلما يحدث، والشائع هو توفر مستويات منخفضة من الميكوتوكسينات التى يظهر تأثيرها فى النواحى الاقتصادية التالية:

- هبوط فى الإنتاجية مثل ضعف النمو وقلة عدد البيض أو وزنه وتدنى كمية اللبن.
- ضعف الخصوبة.

- التأثير على بعض مكونات الجسم خاصة الدم من ناحية مكونات وأنشطة الإنزيمات فيه والفترة اللازمة لتجلطه.

يمكن تقسيم السموم الفطرية من حيث تأثيرها علي صحة الحيوان إلي ثلاثة مجاميع رئيسية:

١) مجموعة السموم التي تتعامل مع الجهاز الهضمي ويكون أغلب تأثيرها علي الكبد وهي تضم نسبة كبيرة من السموم الفطرية وأهمها مجموعة الأفلاتوكسين.

٢) مجموعة السموم التي تتعامل مع الجهاز البولي وخاصةً الكلى وأهمها الأوكراتوكسين.

٣) مجموعة السموم التي تتعامل مع الجهاز التناسلي ولها تأثير أستروجيني ومنها الزيرالينون ومشتقاته والترايكوسيثين.

الأعلاف التى تتواجد فيها هذه السموم الفطرية:

- **الإوكراتوكسين:** يوجد في الذرة الصفراء, وثبت انه وراء ٧٠% من حالات الفشل الكلوي في مصر.
- **الفيوماتثنين:** يوجد فى الحبوب المختلفة ويدمر خلايا المخ ويصيبه بالشلل.
- **الافلاتوكسين:** يعتبر أشهرها على الإطلاق وهو موجود في القمح وفول الصويا والردة (غذاء الانسان والحيوان) وهو المسئول عن العديد من الأضرار و منها:
  ١) تدمير كبير لخلايا الكبد و الكلى و بعض الأعضاء الأخرى.
  ٢) التداخل مع الجهاز المناعي مما يقلل من مقاومة الطيور.
  ٣) تدمير الغشاء الداخلي للأمعاء.
  ٤) ضعف الشهية وإحباط النمو مما يؤدى للنفوق.
  ٥) تنشيط نمو الخلايا السرطانية.

الأوكراتوكسينات Ochratoxins

بداياته في الدنمارك ١٩٢٨م وأدي إلي إصابات تصل إلي ٧% في الخنازير وخسارة بلغت ١٢ مليون دولار وكان الفطر المفرز *Penicillium virdicatum* ثم عام ١٩٧٢م في البلقان عن طريق فطر *Aspergillus ochraceus* وهو يفرز علي المحاصيل الزيتية والقمح والشعير ومنتجاتها وخاصةً الفول السوداني ودرجة الحرارة المثلي للإفراز ٢٠-٣٠°م والجرعات المميتة من ١٣,٤ إلي ٣٠,٣ ملليجرام لكل كجم من وزن الجسم و تبعاً لنوع الحيوان أو الطائر وتعتبر الخنازير أكثر الحيوانات حساسية له والدواجن أكثر الطيور.

ويؤثر الأوكراتوكسين أساساً علي الكلي ويسبب الفشل الكلوي كما إنه يؤثر علي تمثيل الكربوهيدرات في الجسم إلي جانب تأثيره علي أغشية الميتوكوندريا مما يؤدي إلي تثبيطها. وهو يؤثر علي صحة الإنسان عن طريق تأثيره علي الكلي حيث يسبب إلتهابات مزمنة والفشل الكلوي كما يؤدي إلي إنكماش الكلي وأورام في القناة البولية وهو يؤثر علي الإناث بصفه أكبر من الذكور وأكثر البلاد المتوطن بها والتي ينتشر بها هذه الأمراض دول البلقان خاصةً بلغاريا ورومانيا ويوغسلافيا.

الأفلاتوكسينات Aflatoxins

إفراز الأفلاتوكسين يتم في البذور الزيتية بصفة عامة مثل الفول السوداني, القطن, اللوز, الذرة...إلخ عن طريق أربع أنواع من فطريات الأسبرجلليس هم *Aspergillus flavus, A. parasiticus, A. tamari, A. nomius* حيث تحمل الجين المسئول عن الإفراز (Af1r) ويعتبر فطرى *Aspergillus flavus, A. parasiticus,* والمعروفين باسم *Aspergillus flavus* group أهمهم وأوسعهم انتشاراً وتتم عملية الإفراز في مرحلة ما قبل الحصاد وتستمر تحت الظروف السيئة في المخزن وأثناء الشحن للتصدير. وتعتبر ارتفاع رطوبة البذرة أعلى من ١٢ % وتوافر رطوبة نسبية ٨٥% و درجة حرارة من٣٠ إلى ٣٥°م هي أنسب الظروف الملائمة لعملية الإفراز.

جميع أنواع الدواجن تتأثر بالأفلاتوكسينات وبصفة عامة يجب ألا تزيد السموم الفطرية (الأفلاتوكسينات) الكلية عن عشرين جزء فى البليون فى العليقة على أن لايتعدى B1 عن ١٠ أجزاء فى البليون ويعتبر الدجاج البياض أكثر تحملا للأفلاتوكسينات عن الكتاكيت الصغيرة. ويسبب السم الفطرى T–2 أعراضا على شكل قرح على الفم والأمعاء وتلف الجهاز المناعى للطائر ونقص إنتاج البيض وقلة الغذاء المستهلك وإنخفاض الوزن ويؤثر على مظهر الريش. وتعتبر أعلاف الدواجن بيئة جيدة لنمو الفطر وتكوين السموم. قد تحتوي بعض الاعلاف علي بقايا محاصيل أو حبوب غير صالحة للغذاء الادمي, فعادة ما يضاف اليها بعض المواد لتحسين قيمتها الغذائية مثل البروتينات او الفيتامينات أو الاملاح المعدنية أو اضافة دم مجفف أو مسحوق سمك وقد تخزن هذه العلائق تحت ظروف بيئية تشجع نمو الحشرات والبكتيريا والفطريات عليها وتفرز الفطريات سمومها فتنتقل الي الحيوان ولا يتم هدمها داخل الحيوان وبالتالي تنتقل الي الانسان اثناء تناوله لحوم وألبان وبيض هذه الحيوانات.

الأفلاتوكسينات وصحة الحيوان

تتفاوت الأنواع المختلفة في درجة حساسيتها لحالات التسمم الحادة بسموم الأفلاتوكسين وتتراوح قيم الجرعات النصف مميتة بين ٠,٣ إلي ١٧,٩ ملليجرام/كجم من وزن الجسم تبعا لنوع الحيوان، ويعتبر الكبد هو أكثر الأجزاء تأثرا. ولقد أثبتت الدراسات التي تمت علي حيوانات المزرعة حدوث تليف للكبد مع تكتلات دهنية وتضخم القنوات المرارية لكلاً من الدجاج والبط, أما بالنسبة للخنازير فتحدث بؤر صديدية في الكبد مع تحلل دهني وتليف. وقد أوضحت بعض الدراسات الأخرى أن لها تأثير علي الطحال والكلي والرئتين

حيث يحدث بهم نزيف وبقع دموية. هذا وقد اجمعت كل الأبحاث حدوث سرطان كبدي لكل حيوانات المزرعة خاصة إذا تناولت الأفلاتوكسين عن طريق الفم. إلي جانب ذلك فإن للأفلاتوكسين تأثير تيراتوجيني حيث ينتقل تأثيره الضار من الأم إلي الجنين خلال فترة الحمل مما يؤدي إلي حدوث تشوهات وموت للأجنة كما وجد للأفلاتوكسين تأثير ميتاجيني حيث يؤثر علي الكروموسومات محدثاً لها إنكسارات وتحلل في التركيب الكيماوي للكروماتين وخلل في توريث الصفات وإحداث طفرات. ولابد من ملاحظة أن تأثيرات الأفلاتوكسين الهستولوجية علي الجسم تأثيرات غير عكسية أي بمجرد حدوثها لا يستطيع الجسم الإستشفاء منها أو العودة للحالة الطبيعية.

تعتمد شدة الأعراض التى تظهر بعد العدوى بسموم الأفلاتوكسينات على:

- نوع الحيوان.
- عمر الحيوان.
- الجرعة التى تعرض لها الحيوان.
- مدة التعرض للسموم.
- الحالة الغذائية للحيوان.

مستويات الإصابة بالسموم الفطرية

☒ **الإصابة الأولية الحادة**

وتحدث نتيجة إستهلاك كميات عالية إلى معتدلة من السموم الفطرية وتنشأ عنها حالة مرضية مثل إلتهاب الكبد و الكلى و النزيف و أغشية الفم و الأمعاء و يمكن أن تؤدى إلى النفوق. و مستويات التلوث العادية عادة لا تكون عادة عالية لحدوث هذه الحالة .

☒ **الإصابة الأولية المزمنة**

وتحدث نتيجة إستهلاك كميات صغيرة إلى متوسطة من السموم الفطرية لفترة أطول ولا ينتج عنها أعراض مميزة وبالتالى تصعب من عملية التشخيص وهى تقلل من إنتاجية الحيوانات والطيور فى صورة بطئ معدلات النمو وتقليل الكفاءة التناسلية.

☒ **الإصابة الثانوية**

وتنشأ من إستهلاك مستويات منخفضة من السموم الفطرية وتؤدى إلى حدوث خلل فى المناعة الطبيعية والمكتسبة ضد الأمراض المعدية كما أنها تؤدى إلى تقليل كفاءة التحصينات وخسائر اقتصادية.

ويجب الاهتمام بمخازن المكونات العلفية حيث يجب أن تكون نظيفة خالية من الحشرات والفئران ويتم فيها التحكم فى درجة الحرارة والرطوبة كما يمكن معالجة الحبوب ببعض المعالجات المضادة للفطريات كالأحماض العضوية كحمض البروبيونيك والسوربيك والفورميك والخليك والبيوتريك. هذا وتعتبر أملاح الأحماض العضوية أفضل من الأحماض العضوية بمفردها حيث أنها تتميز بالفعالية لفترة أطول. ويجب التذكير أن السموم الفطرية التى تكونت فى الحقل وقبل الحصاد ستظل موجودة ولن تتأثر سواء بطريقة التخزين ولا بإضافة مثبطات الفطريات .

الإجراءات الوقائية لمكافحة التسمم الفطرى فى الأعلاف

١. تخزين مواد العلف فى سيلوهات مستوفية الشروط المناسبة من حرارة ورطوبة وتهوية.
٢. الإهتمام بمخازن المكونات العلفية حيث يجب أن تكون نظيفة خالية من الحشرات والفئران.
٣. عدم تعرض صوامع العلف لأشعة الشمس المباشرة.
٤. تخزين كميات من العلف تكفى لإستهلاك الطيور بضعة أيام فقط.
٥. غسيل وتعقيم دورى للمعالف والمساقى وصوامع العلف.
٦. إضافة مضادات السموم الفطرية حسب نوعية السموم بمقدار يتناسب مع درجة التلوث ومنها الزيوليت، النبتونايت، المعادن الطبيعية المستخدمة فى تنقية زيت الكانولا، أملاح الكالسيوم، الصوديوم، سيليكات الألمنيوم اللامائية.
٧. إستخدام مضادات الفطريات فى مصانع العلف مثل الأحماض العضوية (حمض البروبيونيك الرئيسى القوى كمضاد فطرى – حمض الخليك – حمض الفورميك – تأثيره على الفطر ضعيف ويكون مؤثرا شديدا على البكتيريا– حمض السوربيك).