



المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تخصص تقنية التصنيع الغذائي

الأحياء الدقيقة في الأغذية

١٥٠ صنع

طبعة ١٤٢٩ هـ

مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التتموي لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل و المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " الأحياء الدقيقة في الأغذية - نظري " لمتدربي قسم " تقنية التصنيع الغذائي " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه، إنه سميع مجيب

الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تمهيد

يعتبر علم الأحياء الدقيقة في الأغذية من العلوم الحديثة، وقد تطور هذا العلم تطوراً سريعاً في السنين الأخيرة وأصبح له أهمية كبرى في حياة الإنسان ورفاهيته فقد أمكن استغلال الميكروبات في كثير من الصناعات كصناعة المنتجات اللبنية والغذائية والتخميرات المختلفة. كما أمكن إنتاج الفيتامينات والإنزيمات والأحماض الهامة اللازمة لكثير من الصناعات، وتم إنتاج العلف الحيواني (بروتين وحيد الخلية) والمضادات الحيوية من الميكروبات المختلفة.

ولاهتمام الدول بتوفير المنتجات الغذائية سواء بتصنيعها أو بإنتاجها محلياً أو باستيرادها من جميع أنحاء العالم، ولما لهذه الأغذية من أثر بالغ على صحة المواطن، قامت الدول بإنشاء جهاز رقابي على هذه الأغذية بالإضافة إلى تخريج كوادر فنية وطنية مؤهلة ومدربة في هذا المجال من المعاهد الفنية المتخصصة في هذا المضمار حتى تضمن وصول هذه الأغذية للمستهلك بجودة عالية خالية من الفساد ومسببات الأمراض.

وهذه الحقيبة تتناول دراسة أهمية ودور الميكروبات في الصناعات الغذائية والألبان، وتتضمن تلوث وفساد وتحلل الأغذية ميكروبياً ودور الأحياء الدقيقة في التسمم الغذائي وتبرز تأثير الميكروبات على صلاحية وكفاءة وجودة المنتج الغذائي، كما تقدم بعض التطبيقات العملية التي تساعد على مراقبة الأغذية ميكروبيولوجياً.

ونرجو أن يكون هذه الحقيبة وافياً وذو فائدة لطلبة شعبة تقنية التصنيع الغذائي والمهتمين بمراقبة الأغذية ميكروبياً،

ونسأل الله التوفيق والسداد.

الأحياء الدقيقة في الأغذية

الأحياء الدقيقة في الأغذية

الجدارة: المطلوب أن يقوم المتدرب بالتعرف على أنواع الأحياء الدقيقة في الأغذية، وكيفية الكشف عنها، أهميتها، كيفية الاستفادة منها.

الأهداف:

- ١- أن يكون المتدرب قادراً على التعرف على أنواع الأحياء الدقيقة في الأغذية
- ٢- التعرف على كيفية علاج أو تجنب أخطارها.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٨٪.

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة: ٧ ساعات.

الوسائل المساعدة:

- ١- استخدام اللوحات الإرشادية.
- ٢- الزيارات العلمية للمختبرات للتعرف على أحدث الوسائل للكشف عن الأحياء الدقيقة.

متطلبات الجدارة:

- ١- أن يكون المتدرب لديه القدرة والرغبة في التعرف على هذه الكائنات الحية.
- ٢- أن يتبع المتدرب التعليمات الموجهة إليه بالتعامل الصحيح مع هذه الكائنات الحية.

الباب الأول

لمحة تاريخية

على الرغم من الصعوبة البالغة في تحديد أو معرفة متى ابتداء إدراك الإنسان لفعل الميكروبات أو وجودها في الغذاء، إلا أنه يمكننا أن نقول أنه ابتداءً فعلاً علم الميكروبيولوجي المعروف حالياً منذ أدرك الإنسان ذلك. والزمن الواقع قبل هذا الإدراك يمكن تقسيمه إلى فترتين:

١- فترة تجميع الغذاء

و تبدأ من أول خلق الإنسان أي من حوالي مليون سنة تقريباً إلى ٨٠٠٠ سنة من تاريخنا هذا. وفي هذه الفترة يحتمل أن يكون الإنسان فيها ضارياً أو جارحاً أي من أكلة اللحوم في عاداته الغذائية بجوار أكله للنباتات الذي جاء تناوله لها متأخراً في هذه الفترة. وفي هذه الفترة أيضاً تعلم الإنسان كيف يطهو طعامه.

٢- فترة إنتاج الغذاء

و تأتي هذه الفترة من ٨٠٠٠ سنة إلى يومنا هذا بالطبع وتخميناً أن الإنسان كان في صراع دائم والمشاكل التي تفسد طعامه أو تؤدي إلى التسمم الغذائي في بدء هذه المرحلة ومع حلول إعداد الطعام فمشاكل انتقال الأمراض بواسطة الطعام وتلفه السريع نتيجة طريقة التخزين والحفظ غير المناسبة، هاتين المشكلتين الظاهرتين أعطت الاهتمام بأن هناك شيئاً أدى إلى هذا. فتلف الغذاء المعد ظهر قبل الميلاد بحوالي ٦٠٠٠ سنة.

طريقة صناعة الفخار جاءت إلى أوروبا الغربية من الشرق الأقصى منذ حوالي ٥٠٠٠ سنة قبل الميلاد، هذا ويعتقد أن أول قدر للجلي صنع في الشرق الأقصى ما بين ٦٠٠٠، ٨٠٠٠ سنة مضت ولقد ساعد ذلك على طهي الغذاء وحفظ الطعام.

ويعتقد أن السومريين (٣٠٠٠ سنة قبل الميلاد) هم أول من استأنسوا الحيوانات واعتنوا بتربيتها وأنجوا الألبان، وعليه في هذه الفترة عرف اللحم المملح والسّمك المملح وكذلك الدهن وإنتاج الجلود وزراعة القمح والشعير الخ من هذه المنتجات وبين سنة ٣٠٠٠، ١٢٠٠ قبل الميلاد استعمل الملح المستخرج من البحر الميت في حفظ مختلف أنواع الأغذية.

ولقد استعمل الصينيون واليونانيون الأسماك المملحة في تغذيتهم في تلك الحقبة من الزمن وتعلم منهم الرومانيون الذين طوروا هذه الصناعة، ولقد ظهر أيضاً في تلك الفترة استعمال الزيوت مثل زيت الزيتون وزيت السمسم وقد أثبت Jensen سنة ١٩٥٣ أن استعمال الزيت يؤدي إلى التسمم الغذائي الناتج من الـ *Staphylococcus* ومنذ ١٠٠٠ سنة قبل الميلاد برع الرومانيون في حفظ اللحوم غير اللحم البقر وذلك

باستعمال الثلج الـ Sown في حفظ الجمبري وغيرها من اللحوم السريعة التلف أو القابلة للتلف، كما عرفت طريقة التدخين كوسيلة للحفظ وكذلك طريقة صناعة الجبن.

وما بين الميلاد وبعده بـ ١١٠٠ سنة عرف الإنسان التسمم الغذائي وفساد الغذاء وخصوصاً النوع المسمى بـ Ergot poisoning المتسبب من نمو فطر *Claviceps purpurea* الذي ينمو على نبات يشبه الشعير يسمى الجو يدار وبعض الحبوب الأخرى والذي يسبب موت الكثير في الأعمار المتوسطة، ولقد حدث ٤٠٠٠٠ حالة وفاة من هذا النوع من التسمم سنة ٩٤٣ بعد الميلاد في فرنسا ولكنه لم يكن معروفاً بأن توكسين المرض ينتج بواسطة الفطر.

ولقد ظهر القصاب أو الجزار ما بين سنة ١١٥٦، ١٢٤٨ في سويسرا وفي سنة ١٢٧٦ ظهر المذبح أو السلخانة والرقابة الصحية على ذبح وتوزيع اللحم ولكن من المشكوك فيه بأنهم كانوا يعرفون دور الميكروبات في اللحم المصابة في هذا الوقت على الرغم من هذه الرقابة يعتقد أن أول إنسان أثبت فعل الميكروبات في فساد الغذاء هو Kircher سنة ١٦٥٨ وكان راهباً وفحص أثناء ذلك الجثث المتحللة واللحم واللبن ووصف الميكروبات بأنها ديدان غير مرئية وهي التي تسبب الفساد وملحوظاته هذه كان ينقصها الدقة ولم تلق ملحوظاته هذه أي انتباه.

شاهد L. Spallan Zani سنة ١٧٦٥ أن مرق اللحم الذي غلي لمدة ساعة وحفظ في زجاجة بعد قفلها جيداً أصبح معقماً ولم يطرأ عليه تلف ولقد قام بإجراء هذه التجربة لنقض نظرية التوالد الذاتي بالغذاء ولم يتمكن من إثبات هذه النظرية العلمية لأنهم نقضوا هذه الطريقة بأنها تؤدي إلى تلف الأكسجين أو عدم وجوده الذي هو ضروري للتوالد الذاتي.

وفي سنة ١٨٣٧ لاحظ Schwann أن بعض السوائل المغلية بقيت على حالة معقمة على الرغم من وجود الهواء الذي كان يدفعه في هذه السوائل بعد تسخينه بتمريره على حديد ساخن.

وبهذا فإن العالمين السابقين هما أول من وضعا نظرية الحفظ بواسطة استعمال الحرارة، ولقد

أثبت ذلك كل من العالمين G. Leibniz & D. Papin في أواخر القرن الثامن عشر

سنة ١٧٩٥ خصصت الحكومة الفرنسية ١٢٠٠٠ فرنك جائزة لمن يكتشف طريقة عملية لحفظ

الغذاء الأمر الذي دعا الحلواني الباريسي Francois (Nicholas) Appert في وضع الأسس الأولى لصناعة الحفظ بالتعليب Canning حيث وضع لحما في برطمانات زجاجية وعرضها للماء المغلي لمدد متفاوتة وقد نشرت هذه الطريقة سنة ١٨١٠ عندما أخذ Appert براءة اختراعه وتأكد منه، نظراً لأنه لم يكن رجلاً علمياً فإنه لم يكن يعرف أسباب عدم تلف هذا الغذاء ولماذا؟ وكانت هذه بداية صناعة المعلبات المعروفة

في الوقت الحالي، ولقد استمر هذا ٥٠ عاماً حتى جاء L. Pasteur واكتشف فعل الميكروبات في الغذاء وبالتالي اكتشف البكتريا.

فحص Antony Van Leeuwenhoek في هولندا البكتريا خلال الميكروسكوب المكتشف من قبله ووصفها سنة ١٦٧٦ م ولكن لم يكن Appert يعرف بهذا الاكتشاف حيث إن هذا الاكتشاف لم يكن معروفاً في فرنسا في ذلك الوقت.

أول رجل عرف وقدر وفهم فعل الميكروبات في الغذاء هو L. Pasteur في سنة ١٨٣٧ رأى أن تخمر اللبن ناتج من فعل الميكروبات، وفي سنة ١٨٦٠ استعمل الحرارة في وقف نشاط الميكروبات غير المرغوب فيها في بعض الأغذية بطريقة البسترة المعروفة باسمه لوقتنا الحالي.

فعل وأهمية الميكروبات في الغذاء

أهمية الكائنات الدقيقة في الغذاء ذات وجهين، فهي من ناحية تعتبر ذات فائدة كبيرة في تصنيع منتجات غذائية مختلفة ومن جهة أخرى تعتبر مسئولة عن تلف كميات كبيرة من المواد الغذائية مما يسبب خسارة اقتصادية كبيرة وبعضها ينمو ويتكاثر في الغذاء ويسبب أمراضاً خطيرة للمستهلكين- والناحية المفيدة استغلت من قبل الإنسان حيث عزل هذه الكائنات وكثرها واستخدامها في صناعة منتجات غذائية جيدة. فاستغلت بعض أنواع من البكتريا لإنتاج الألبان المتخمرة والزبد والكريم و الأجبان و المخللات وبعض الفيتامينات والأنزيمات و الأحماض العضوية. كما تستخدم الخمائر في إنتاج الخبز والأجبان والألبان المتخمرة و الدهون والبروتين والمشروبات الكحولية. والفطريات مهمة في إنتاج الأنزيمات والأحماض العضوية التي تدخل في الصناعات الغذائية مثل إنزيم الأميليز وحامض الستريك وتقوم الفطريات في إنتاج بعض أنواع الأجبان وكذلك المضادات الحيوية. أما الأضرار التي تسببها الكائنات في الغذاء فبعضها اقتصادي والآخر صحي و الضرر الاقتصادي سببه نمو الكائنات في الغذاء وتلف مكوناته وتكون فيه نكهة وروائح لا يرغبها المستهلك وقد تكون مركبات سامة وضارة على الصحة. والضرر الصحي يكون بسبب ملاءمة الأغذية لنمو الميكروبات المرضية وتكاثرها فيها مثل بكتريا السل والتيفود والكوليرا وغيرها من البكتريا والفطريات التي تسبب المرض والتسمم للإنسان. والكائنات الدقيقة التي لها علاقة وثيقة بالأغذية ولها دور مفيد أو ضار تشمل البكتريا والفطريات والخمائر.

١- البكتريا

وجد أن ٢٥ جنساً تسبب فساد الغذاء أو التسمم عن طريق الغذاء أو مهمة في تصنيع منتجات جديدة وجيدة والأجناس هي:

Acetobacter, Halobacterium, Pseudomonas, Flavobacterium, Achromobacter, Alcaligenes, Esherichia, Aerobacter, Erwinia, Serratia, Proteus, Salmonella, Shigella, Micrococcus, Staphylococcus, Streptococcus, Pediococcus, Leuconostoc, Lactobacillus, Bacillus, Clostridium, Propionibacterium, Microbacterium, Corynebacterium, Brevibacterium

٢- الفطريات Molds

هناك ١٦ جنساً غالباً تكون موجودة بالغذاء هي:-

Alternaria, Aspergillus, Botrytis, Cephalosporium, Fusarium, Geotrichum, Gleosporium, Helminthosporium, Monilia, Mucor, Penicillium, Rhizopus, Sporotrichum, Thamnidium, Trichothecium

٣- الخمائر Yeasts

توجد بالغذاء عادة ٩ أجناس من الخمائر هي:-

Brettanomyces, Debaromyces, Mycoderma, Saccharomyces, Candida, Hansenula, Rhodotorula, Schizosaccharomyces-Torula

الباب الثاني

الفطريات Molds

الفطريات تنمو على الطعام وتعرف بمظهرها الزغبي أو الوبري أو القطني التي تتلون في بعض الأحوال حيث يتغير لونها إلى اللون الداكن واللون ينتج لتكثف الجراثيم الملونة وظهورها على السطح الذي ينمو عليه الفطر، وعادة الغذاء المصاب بالعض يكون غير صالح للأكل.

بينما الفطريات تسبب تلف كثير من الأطعمة والأغذية إلا أن هناك أنواعا منها مفيدة في تصنيع بعض أنواع من الأطعمة أو كمكون من مكونات هذه الأطعمة، ومثال ذلك بعض أصناف الجبن التي يقوم الفطر فيها بعملية التسوية مثل جبن الريكفورت والكاممبرت Roquefort and Camembert.

وقد يستخدم الفطر في عمل أو صناعة بعض الأطعمة الشرقية مثل صلصة الصويا والميزو والسانتو والفطريات قد تستخدم لإنتاج مواد تستخدم في الأطعمة مثل إنزيم الاميليز، وإنتاج حامض الستريك، وقد تستخدم الفطريات نفسها كطعام مثل الأصناف غير السامة من عيش الغراب هذا وتنتج بعض الفطريات مضادات حيوية يستفيد منها الإنسان في مكافحة كثير من الأمراض.

وصف الفطريات الخواص المورفولوجية

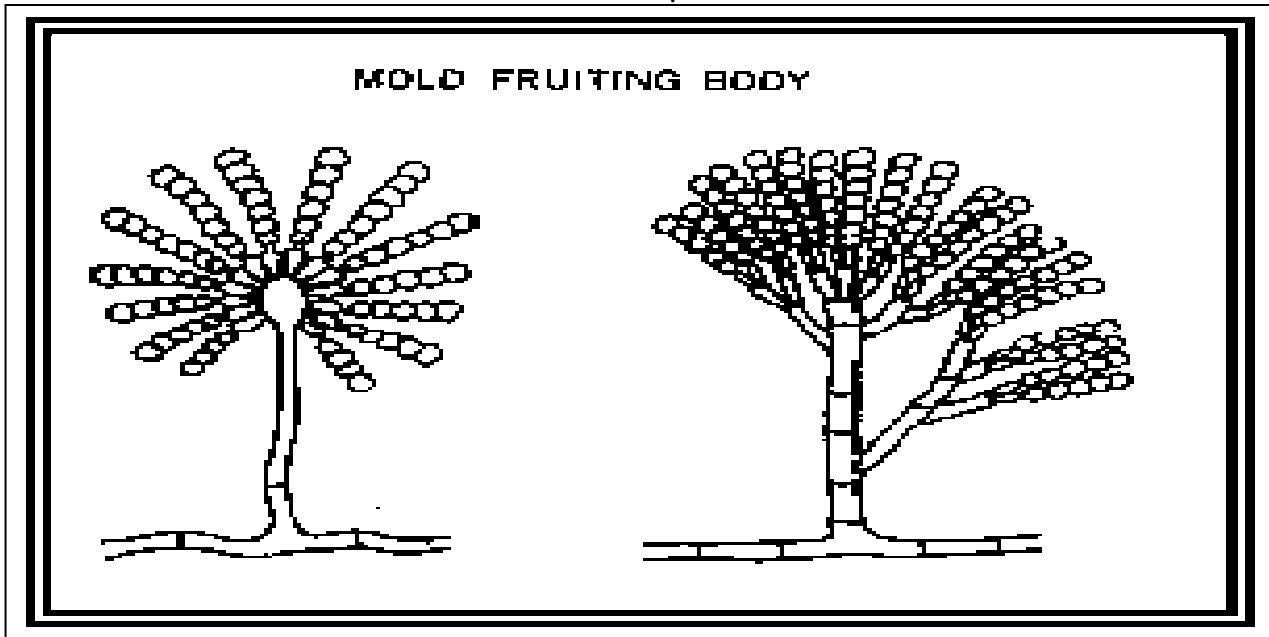
الوصف العام للفطريات يتضمن الشكل والتركييب الظاهري وكذلك ميكروسكوبيا حتى يمكن تمييز الفطر وتقسيمه.

الفطريات خالية من الكلوروفيل وهي من النباتات الثالوسية أي لا تتميز إلى جذور وسيقان وأوراق ونظرا لخلوها من الكلوروفيل فهي غير ذاتية التغذية فتعيش رمية أو طفيلية وبعضها يعيش معيشة تعاونية. الفطر يتكون من كتلة من الخيوط المتفرعة والتي تسمى بالهيفات (مفرد هيفا) وهذه الكتلة في مجموعها تسمى بالميسليوم، والهيفا إما أن تكون نامية بداخل الأطعمة (مدفونة أو مغروسة فيها) أو قد تنمو هوائيا على سطح الغذاء. والهيفات تقسم إلى:

- ١- هيفات خضرية وهي التي تمد الفطر بالغذاء
- ٢- الهيفات الجنسية وهي الخاصة بالتكاثر وحفظ النوع من الاندثار وهذه تكون دائماً معرضة للهواء وتنمو على السطح والهيفات أما ممتلئة وناعمة المظهر أو رفيعة ومجعدة المظهر، وهناك أنواع قليلة من الهيفات تكون ما يسمى بالسكلروتيا (خلايا حجرية) Sclerotia فرد سكلروتيم Sclerotium وهي عبارة عن هيفا متطورة عادة غليظة الجدر و عليه تقاوم الحرارة والظروف السيئة عن باقي الميسليوم الموجودة به ولهذا السبب فهي مهمة في بعض الأغذية المعاملة بالحرارة.

والفحص الميكروسكوبي يساعد في تعيين نوع الفطر حيث إن هناك مجموعتين من الهيفات هما:

١. الهيفات تكون مقسمة بحواجز مما يجعلها عديدة الخلايا وتسمى في هذه الحالة Septate.
٢. هيفات غير مقسمة حيث تظهر الهيفا بشكل أسطواني لا يوجد بها حواجز أي عبارة عن خلية واحدة عديدة النويات وتسمى Nonseptate. الهيفا دائماً رقيقة واضحة تحت الميكروسكوب إلا بعض الأنواع تكون غير رقيقة وداكنة وهي تبدو عديمة اللون وشفافة وتكون ملونة في حالة رؤية كثير من الهيفات ككتلة واحدة (شكل ١).



شكل (١) الهيفات المقسمة وغير المقسمة في الفطر

التكاثر في الفطريات

تتكاثر الفطريات بطريقتين هما:

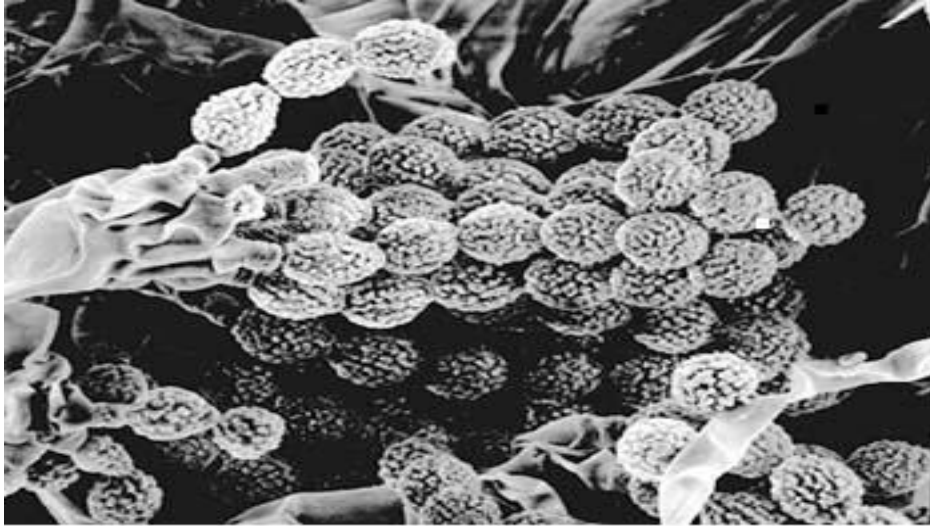
١- التكاثر اللاجنسي:

ويتم إما خضرياً بتجزؤ الهيفات وانفصالها، ثم ينمو كل منها ويتكون ميسليوم جديد، أو يحدث بتكوين جراثيم داخل أكياس خاصة تعرف بالأكياس الجرثومية وتسمى جراثيم اسبورانجية أو أنها تتكون على حوامل خاصة تعرف بالحوامل الكونيدية، وأنها تتكون من هيفات تختزن مباشرة مثل الجراثيم الكلاميدية (خلية تخزن مواد غذائية وتحيط نفسها بجدار سميك)

٢- التكاثر الجنسي:

يأخذ مجراه بطرق مختلفة ويستخدم الطريقة التي تتكون بها الجراثيم الجنسية كقاعدة أساسية

في تقسيم الفطريات ومن الجراثيم الجنسية الجراثيم البيضية Oospores والجراثيم الزيجية Zygozspores والجراثيم الأسكية Ascospores والجراثيم البازيدية (شكل ٢).



شكل (٢) التكاثر الجنسي في الفطر

الصفات المزرعية:

المظهر العام للفطر بعد نموه على الطعام كاف لمعرفة جنسه. بعض الفطريات يكون نموها هشاً وبعضها يكون نموها لاصقاً بالمادة النامية عليها، بعضها يظهر بشكل ناعم قطني المظهر (شكل ٣) والآخر جاف ومسحوق كالبودرة والآخر شكله جيلاً تينياً لزجاً، بعضها محدود النمو والآخر منتشر على كل الغذاء وهناك نموات يمكن معرفة نوع الفطر مباشرة مثل *Aspergillus niger* و الصبغات الموجودة في الميسليوم (أحمر، أصفر، بني، رصاص، أسود .. الخ) تميز نوع الفطر كذلك الصبغات للكميات الكبيرة من الجراثيم اللاجنسية مثل (الأخضر - الأخضر المزرقي - الأصفر - البرتقالي - الأحمر - البني - الرصاصي - الأسود). ومظهر الفطر النامي على الأجار من السطح الأسفل يظهر مدهشاً مثل اللون الأزرق المسود أو الأخضر المسود للسطح الآخر لفطر *Cladosporium*



شكل (٣) شكل نمو الفطريات على البيئة.

الخواص الفسيولوجية للفطريات

الخواص الفسيولوجية يمكن مناقشتها هنا باختصار شديد.

١- الرطوبة

يحتاج الفطر لأقل نسبة من الماء للنمو تقل عن الخميرة والبكتيريا ويتوقف الحد الأدنى من الرطوبة لنمو وتكاثر الفطر على عوامل كثيرة مثل نوع الفطر ونوع ومقدار المواد المنحلة خارج الخلية وطبيعة تركيبها فمثلاً إذا انخفضت نسبة الرطوبة في وسط ما إلى أقل من ١٤ أو ١٥٪ فإن نمو الفطر يتوقف كما هو الحال في المواد الغذائية المجففة (فاكهة- خضر- سمك- بيض- قمح- شعير- ذرة الخ). وقد وجد أن نسبة الرطوبة المثالية لنمو الفطر هي ١٨٪.

٢- الحرارة

معظم الفطريات من نوع الـ *Mesophilic* محبة لدرجة الحرارة المعتدلة أي أن معظمها ممكن أن تنمو على درجة الحرارة العادية. درجة الحرارة المثلى لها من ٢٥-٣٠°م ولكن هناك ما ينمو جيداً على درجة ٣٥ إلى ٣٧°م أو أكبر من ذلك مثل أنواع من جنس *Aspergillus* وهناك أنواع تنمو على درجة حرارة التبريد، وهناك أنواع تنمو على درجة حرارة التجميد من ٥- إلى ١٠°م، وأعداد قليلة جداً هي من نوع *Thermophilic* المحبة لدرجات الحرارة العالية.

٣- الأكسجين ودرجة الحموضة pH

الفطريات جميعها هوائية أي أنها تحتاج إلى الأكسجين في نموها وهذه حقيقة واقعة لجميع الفطريات التي تنمو على الأطعمة. ينمو الفطر بصورة طبيعية في وسط حامضي (pH=٣,٥ إلى ٤,٥) كما توجد أنواع أخرى تتمكن من العيش في وسط يتراوح رقمه الهيدروجيني بين ٥,٢ و ٨,

٤- الاحتياجات الغذائية

تتغذى الفطريات دائماً على جميع أنواع الأطعمة سواء البسيطة منها أو المعقدة التركيب حيث أن أغلب الفطريات تفرز أنواعاً عديدة من إنزيمات التحلل حيث تنتج إنزيمات (الأميليز - البكتينيز - البروتينيز - الليباز).

٥- المواد المثبطة للنمو Inhibitors

يتأثر نمو الفطر بوجود مواد كيميائية مثبطة للفطريات Mycostatic أي تثبط نمو الفطر مثل حمض السوربيك Sorbic acid والبروبيونات Propionates والخلات أو الأسيتات Acetates، ويتميز نمو الفطر بكونه بطيئاً إذا ما قورن بنمو كل من البكتيريا والخمائر لذلك فإن الفطر يتحى عندما تكون الظروف ملائمة لنمو البكتيريا والخمائر وعند تحسين الظروف المناسبة لنموه فسرعان ما يكون سريعاً وغزيراً ويتمكن الفطر من مقاومة الضغوط الأسموزية العالية، وهو بذلك يتحمل أكثر مما يمكن لكل من الخمائر و البكتيريا مقاومته، فيعيش في وسط غذائي ذي تركيز من السكر يبلغ حوالي ٥٠٪ - ٦٠٪ وتقاديا لنمو الأنواع الضارة من الفطريات في الشربات والمربيات فإنها تحفظ في تراكيز من السكر تتراوح ما بين ٦٠ - ٧٠٪.

تقسيم الفطريات

تقسم الفطريات إلى أربعة أصناف هي:

١- الفطريات الناقصة *Deuteromycetes (Fungi Imperfecti)*

هيفاتها غير مقسمة، تتكاثر لاجنسياً فقط

٢- الفطريات الطحلبية *Phycomycetes*

هيفاتها غير مقسمة وتقسم إلى مجموعتين:

(أ) فطريات بيضية *Oomycetes*

(ب) فطريات زيجية *Zygomycetes*

٣- الفطريات الأسكية *Ascomycetes*

هيفاتها مقسمة والجراثيم الجنسية توجد داخل كيس أسكي به ٨ جراثيم أسكية.

٤- الفطريات البازيدية *Basidiomycete*

هيفاتها مقسمة، ترتبط جراثيمها الجنسية المسماة بالجراثيم البازيدية بواسطة عنق بتركيب

لحمي يسمى بازيديوم. Basidium.

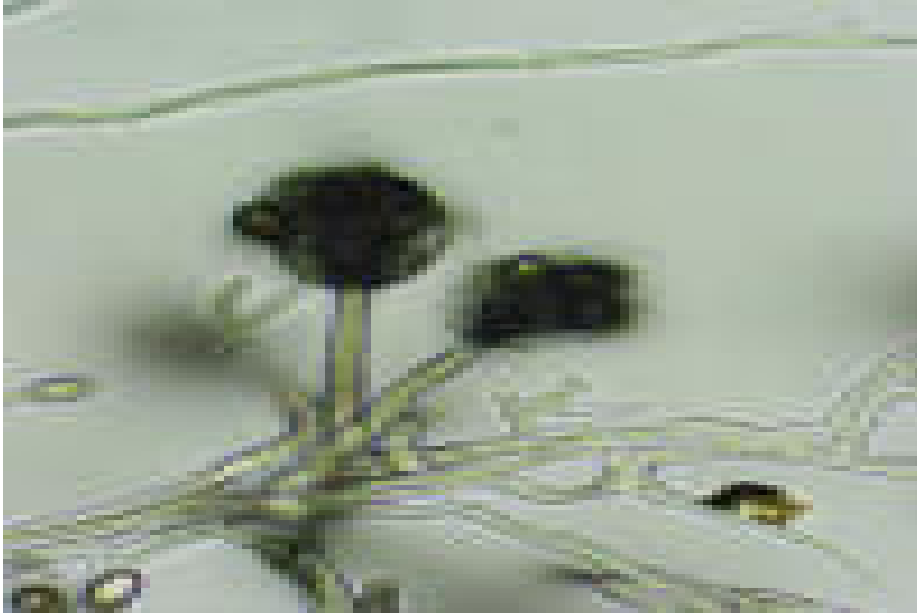
فطريات العفن ذات الأهمية في صناعة الأغذية

١- جنس *Mucor*

يتلف بعض الأغذية ويفيد في صناعة بعضها الآخر، ويكون نمواً زغبياً أبيض كثيفاً على الأغذية ثم يتبع هذا النمو بالأسود وأهم أنواعه *M. roxii*, *M. ramosus* ويستخدمان في تحويل النشا إلى سكريات بسيطة وذلك بواسطة الأنزيمات التي تفرزها، ويستخدم *M. roxii* في إنتاج جبن جاميلوست Gamelost.

٢- جنس *Rhizopus*

يتميز هذا الجنس بأن جراثيمه تكون داخل حافظة جرثومية Sporangium وعند النضج يتحول لونها إلى الأسود، أهم أنواعه *R. nigricans* (شكل ٤) يسبب عفن الخبز الأسود Bread mold كما أنه ينمو على كثير من الأغذية كالفواكه والخضرة وخاصة البصل ويكون عليها نمواً زغبياً أسود



شكل (٤) الشكل المجهرى لـ *Rhizopus nigricans*

٣- جنس *Thamnidium*

تتلف هذه الأعفان الأغذية المبردة وخاصة اللحوم المحفوظة في الثلاجة وأهم أنواعه *T. elegans*

٤- جنس *Aspergillus*

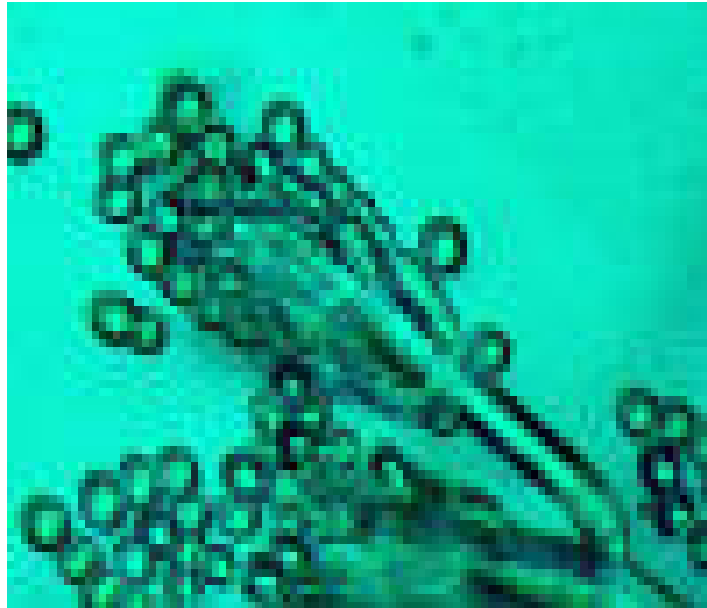
أفراد هذا الجنس تسبب فساد كثير من الأغذية كما أن بعض سلالاته تستخدم في الصناعة لإنتاج بعض الأحماض والأنزيمات أهم الأنواع التابعة لهذا الجنس هي:-

- ١- النوع *Aspergillus niger*: يكون نموات سوداء اللون على الأغذية، يفسد الأغذية الطازجة والمبردة. يستخدم في الصناعة لإنتاج حمض الستريك (شكل ٥).
- ٢- النوع *Aspergillus repens*: ينمو في الحليب المكثف المحلى ويكون كتلا تشبه الأزرار على سطح المنتج داخل العبوة.
- ٣- النوع *Aspergillus glaucus*: يسبب فساد اللحوم والفاكهة والخضر بتكوينه مستعمرات خضراء اللون عليها.
- ٤- النوع *Aspergillus fisheri*: أعفان تقاوم درجات الحرارة المستخدمة لمعاملة الأسماك ولهذا يعزل من السمك المعامل حرارياً حيث يسبب فسادها
- ٥- النوع *Aspergillus flavus* (شكل ٦) والنوع *Aspergillus parasiticus*: تنمو في الأغذية وتكون سموما فطرية Mycotoxins مثل سم الـ Aflatoxin حيث تسبب التسمم الغذائي

شكل (٦) *Aspergillus flavus*شكل (٥) *Aspergillus niger*٥- جنس *Penicillium*

هذا الجنس منتشر بكثرة في الأغذية وأهم أنواعه هي:

- ١- النوع *P. expansum* يسبب فساد الفاكهة والخضر ونموه أخضر اللون.
- ٢- النوع *P. italicum* يسبب تعفن البرتقال ولون نموه أزرق.
- ٣- النوع *P. notatum* يستخدم لإنتاج البنسلين ويسبب التعفن الأخضر للفواكه (شكل ٧)
- ٤- النوع *P. chrysogenum* يستخدم في إنتاج البنسلين وينمو على الأغذية.
- ٥- النوع *P. digitatum* يسبب فساد الطماطم والفواكه الطرية نموه زيتوني اللون.
- ٦- النوع *P. camemberti* يستخدم في تصنيع الجبن الكاممبورت Camembert.
- ٧- النوع *P. roqueforti* يستخدم في تصنيع جبن الريكفورت Roquefort.

شكل (٧) الشكل المجهرى *Penicillium notatum*٦- جنس *Trichothecium*

ينمو على الفواكه ويسبب فسادها خاصة الخوخ والتفاح ويكون لون نموه أحمر خاصة النوع *T. roseum*

٧- جنس *Geotrichum*

ويطلق على هذه الفطريات بالفطريات شبيهة الخمائر مثل الخمائر الغشائية *Yeast like fungi* (سيأتي الحديث عنها) وأهم أنواع هذا الجنس هو النوع *G. candidum* (*Oidium lactis*) حيث ينمو على منتجات الألبان ذات الحموضة المرتفعة كالألبان المتخمرة ويكون عليها كتلة بيضاء متماسكة ويعمل على أكسدة حامض اللاكتيك إلى ثاني أكسيد الكربون والماء وبذلك يخفض حموضة اللبن وعند ذلك تنمو البكتريا المحللة للبروتين وتعفن كما أنه ينمو في بعض الأجبان ويفسدها ويستخدم أيضا في إنضاج بعض الأجبان كجبين لايمبورجر *Limburger*.

٨- جنس *Neurospora* (*Monilia*)

يفسد عصير قصب السكر المعد لاستعماله لصناعة السكر، ويسبب التعفن الأحمر في الخبز *Bloody bread* وأهم أنواع هذا الجنس النوع *N. citophila*.

٩- جنس *Sporotrichum*

وينتمي إليه العفن *S. carnis* الذي ينمو على اللحوم المبردة وينتج عن ذلك بقعا بيضاء اللون.

١٠- جنس *Alternaria*

عفن مألوف يسبب تلف المواد الغذائية مثل *A. citri* الذي يسبب تعفن الحمضيات.

الباب الثالث

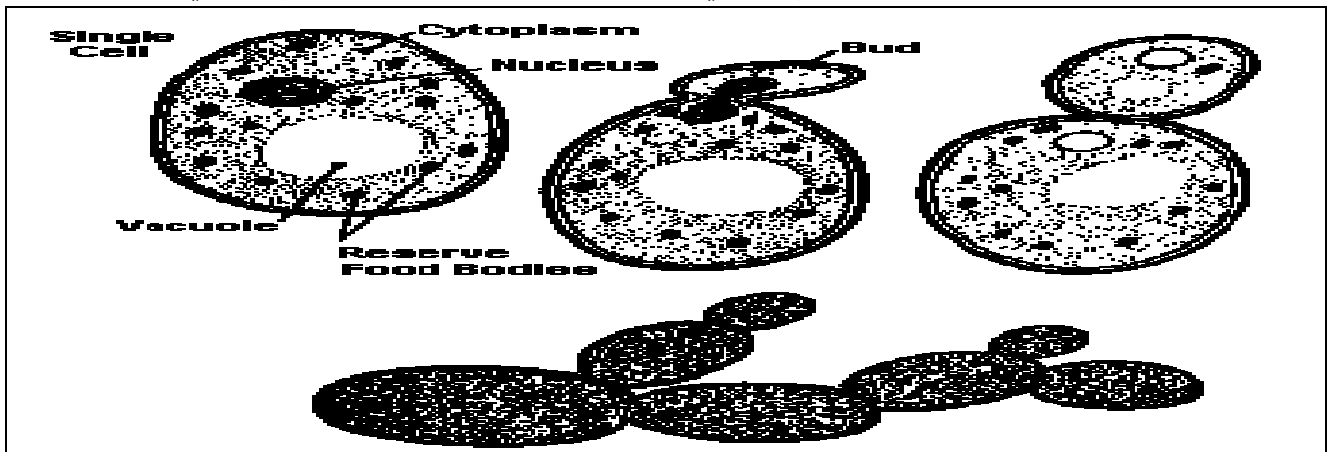
الخمائر Yeasts

الخمائر عبارة عن فطريات وحيدة الخلية لا تكون هيفات، بيضاوية أو كروية الشكل تحتوي على نواة. والخمائر قد تكون مفيدة وقد تكون ضارة في الأغذية فهي تستخدم في صناعة الخبز والبيرة والنبيد والخل وإنتاج بعض أنواع الجبن والفيتامينات والدهون وفي إنتاج البروتين من مخلفات الصناعات الغذائية ومن منتجات النفط. وتكون الخمائر ضارة عندما تنمو وتسبب فسادا لعصائر الفاكهة، والعسل والمربيات والجلي والمخللات والمشروبات الكحولية واللحوم والألبان ومنتجاتها.

الصفات المورفولوجية

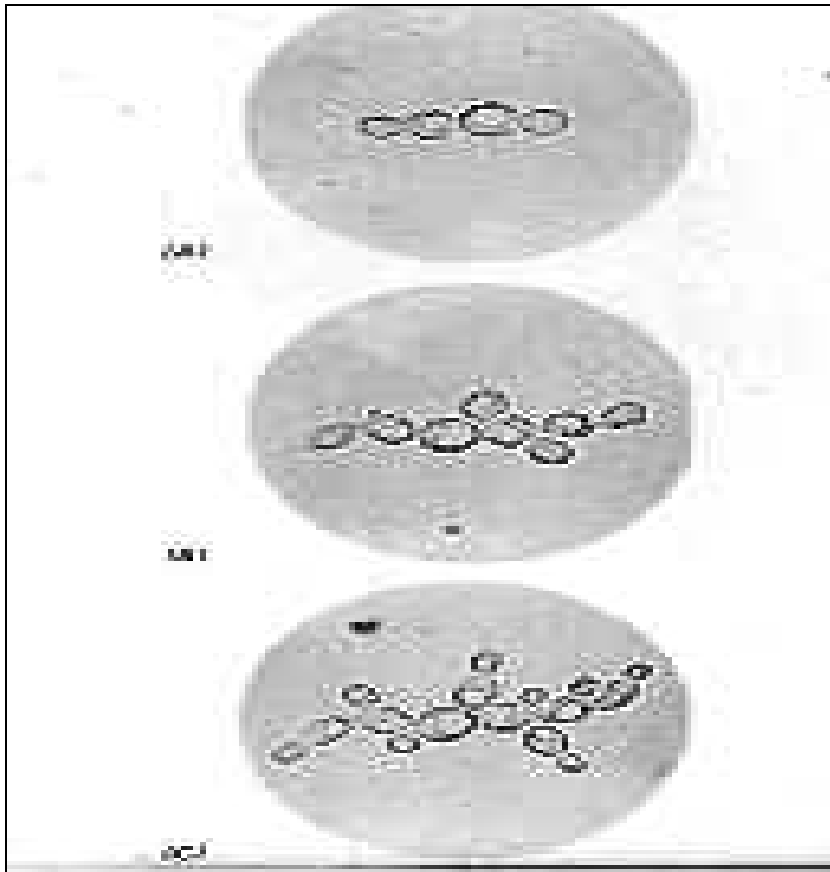
شكل الخميرة قد يكون مستديراً - بيضاوياً - ليمونياً - كمثرياً أو أسطوانياً. وقد تستطيل إلى ميسليوم كاذب أو حقيقي يختلف أيضاً في الحجم. الأجزاء الظاهرة في الخميرة هي: جهاز الخلية - السيتوبلازم - الفراغات المائية - حبيبات الدهن - وحبيبات أخرى قد تكون ملونة (ميتاكوندريا) البومينية أو نشوية. وأهم ما يميز الخمائر هو طريقة التكاثر وتبعاً لهذه الصفة قسمت الخمائر إلى مجموعتين كما سيأتي الكلام عنها.

١- معظم الخمائر تتكاثر لا جنسياً بواسطة التبرعم المحوري أو من أي نقطة على السطح multilateral وفيها يبرز البروتوبلازم من جدار الخلية وينمو حتى ينحسر على الخلية الأم مكوناً خلية ناشئة. وطريقة التكاثر الشائعة في الخمائر هي التبرعم Budding حيث تنقسم النواة ويبقى نصفها في الخلية الأم ثم بدورها تنقسم وهكذا تتكون سلسلة من البراعم على الخلية الأم (شكل ٨). في بعض الخمائر السطحية ينمو البرعم من بروز يشبه الأنبوبة من الخلية الأم، تنقسم المادة النووية المتضاعفة بين الخلية الأم والخلية الناشئة، بعض الخمائر تتكاثر بالانقسام الثنائي والبعض الآخر بواسطة الانقسام الثنائي والتبرعم.



شكل (٨) التكاثر بالتبرعم في الخميرة

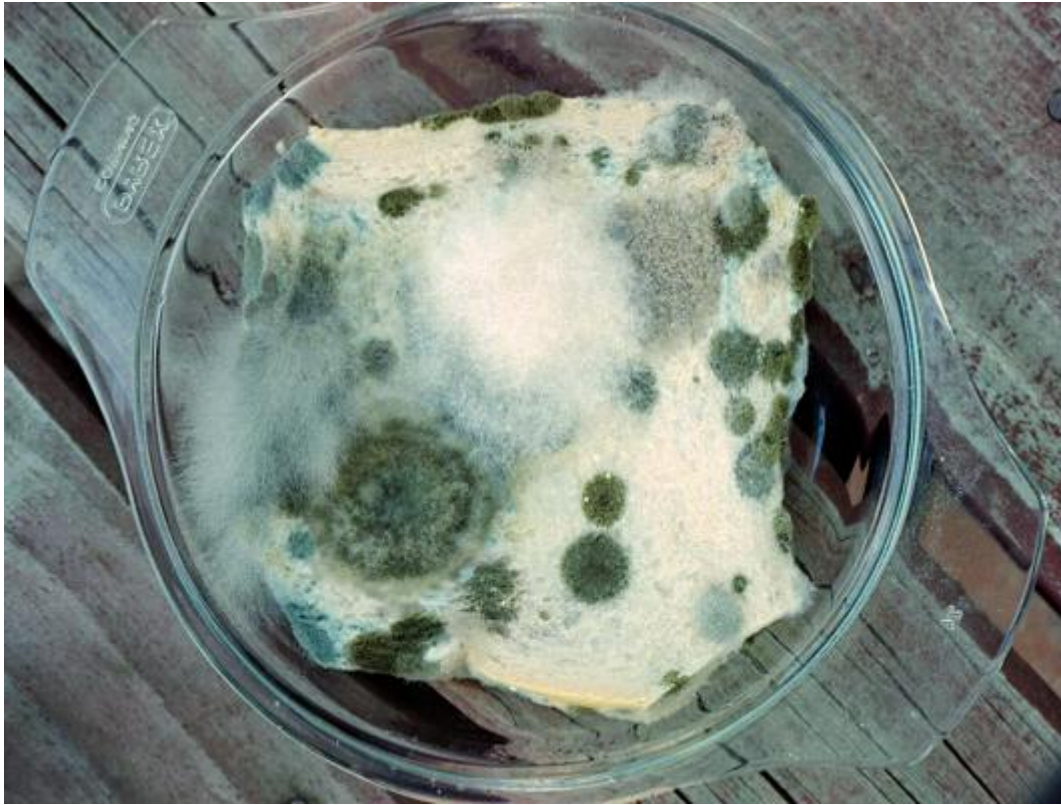
٢- هناك خمائر تتكاثر بواسطة الجراثيم الجنسية (شكل ٩) التي يطلق عليها Ascospores ويتم ذلك بتكوين الجراثيم الزقية Ascospore وفيها تتحول خلية الخميرة إلى كيس جرثومي Ascus تكوين الجراثيم الزقية يتبع تزاوج خليتين في معظم أنواع الخمائر الحقيقية ولكن قد تتكون كنتيجة لتزاوج جرثومتين أو خليتين ناشئتين عدد الجراثيم داخل الكيس ومظهرها يعد من الصفات المميزة لنوع الخميرة. تختلف الجراثيم في اللون والشكل.



شكل (٩) التكاثر بالجراثيم الجنسية في الخميرة

الصفات المزرعية

في اغلب الأحوال لا يفيد مظهر نمو مزارع الخميرة في تصنيفها والتعرف عليها ولو أن نموها كغشاء على سطح البيئة يدل على وجود خميرة غشائية أو مؤكسدة كما أن إنتاج صبغة الكاروتينويد يدل على الجنس *Rhodotorula*. ورغم ذلك فمظهر الخميرة يعتبر مهما عندما تسبب الخميرة بقعا ملونة على الأغذية (شكل ١٠). من الصعوبة التفريق بين مستعمرات الخميرة والبكتريا على بيئة الأجار وللتأكد لابد من اللجوء للفحص الميكروسكوبي، معظم مستعمرات الخميرة الصغيرة تكون رطبة ولزجة لحد ما ولكن قد تكون مسحوقية اللون، وتصبح المستعمرات جافة بتقدم العمر. الخمائر المؤكسدة قد تنمو كغشاء رقيق أو ريم على سطح السائل ولذا تسمى خمائر غشائية.



شكل (١٠) يوضح نمو الخميرة على سطح الغذاء (رغيف خبز).

الصفات الفسيولوجية

١- الرطوبة

تحتاج الخمائر إلى كميات من الماء أكثر مما تحتاجه الفطريات ولكنها أقل مما تحتاجه البكتيريا والنسبة المعتدلة التي تحتاجها الخمائر من الرطوبة تبلغ ٢٥٪ وهذا مما يسبب تلف الفاكهة.

٢- الحرارة

الخمائر تنمو جيداً على درجات الحرارة المعتدلة بين ٢٥ - ٣٥ م وقد تنمو بعض الأنواع على درجة حرارة الصفر المتوي ودرجة ٣٧ م

٣- الحموضة

تتمكن خلايا الخمائر من النمو في وسط حمضي ودرجة الحموضة المثلى هي (٤,٥ - ٤) ولما كانت حموضة الفواكه تتراوح بين هذه الأرقام لذلك نرى أن تلف مثل هذه الفواكه سببها الخمائر ومن الممكن لبعض أنواع الخمائر أن تنمو على درجة حموضة أي pH ما بين ٣ - ٧,٥

٤- الأكسجين

بالنسبة لاحتياج الخمائر للأكسجين فيمكن تصنيفها إلى نوعين:

أ- أنواع هوائية

تتمو وتتكاثر بوجود الأكسجين ويطلق عليها اسم الخمائر الغشائية أو الخمائر السطحية وتقوم هذه الخمائر بأكسدة الأغذية العضوية مثل السكريات والكحولات والأحماض العضوية منتجة منها غاز ثاني أكسيد الكربون وتغير المادة الغذائية من ناحية الطعم والرائحة والشكل.

ب- أنواع لا هوائية

وتتمو وتتكاثر هذه الأنواع في غياب أو عدم وجود الأكسجين ويطلق عليها خمائر القاع أو الخمائر المخمرة وهي ذات أهمية كبيرة في صناعة الخبز والإنتاج الصناعي لكحول الأيثيل حيث تقوم بتحويل السكر إلى كحول. ويمكن لخلايا الخميرة أن تعيش في تراكيز عالية من الأملاح والسكر ولكن ليس كما هو الحال في الفطريات. وأعلى تركيز من السكر يمكن لخلايا الخميرة أن تتمو عليه وتتكاثر هو ما بين ٥٠ - ٥٥٪

تتأثر الخمائر بالمواد الحافظة كما هو الحال في الفطر، حيث تضاف بنزوات الصوديوم أو حمض البنزويك بنسبة معينة إلى المواد الغذائية والسوائل التي يتطلب حفظها لمدة طويلة.

الخمائر المهمة صناعياً

أولاً: الخمائر الحقيقية: True yeasts

هي الخمائر التي تتكاثر بواسطة الجراثيم الجنسية Ascospores وبذلك تعتبر تابعة لصنف الفطريات الأسكية Ascomycetes وتضم هذه المجموعة معظم الخمائر التي لها أهمية صناعية حيث تشمل الأجناس المهمة التالية:

١- جنس *Endomyces*

استخدمت هذه الخمائر في الحرب العالمية الثانية لإنتاج الدهون كما تستخدم أنواع منه لإنتاج الأنزيمات المحللة للنشا Amylases وبعض أنواعه تتمو على الفواكه وتعفننها.

٢- جنس *Saccharomyces*

يعتبر هذا الجنس من أهم الخمائر بالنسبة للصناعات الغذائية خاصة النوع *S. cerevisiae* الذي يستخدم في صناعة الخبز (خميرة الخباز Baker's yeast) وفي إنتاج أنزيم الإنفرتيز Invertase الذي يستخدم في صناعة الحلوى وفي إنتاج النبيذ والكحول والجليسرين وبعض الألبان المتخمرة. هناك أنواع تابعة لهذا الجنس تتمكن من العيش في التركيز العالي للسكر وبذلك تفسد الأغذية السكرية والفواكه المجففة والمرببات وهي *S. rouxii* and *S. mellis*.

٣- جنس *Zygosaccharomyces*

أفراد هذا الجنس تتحمل التراكيز العالية من السكر Osmophilic yeasts ولهذا تفسد الأغذية السكرية كالعسل والدبس والعصائر المركزة والشراب والمولاس وخاصة الأنواع *Z. mellis* *Z. richteri*

٤- جنس *Hanseniaspora*

هذه الخمائر من النوع المؤكسد غير مرغوبة في صناعة النبيذ والعصائر لأنها تكون فيها نكهة غير مستحبة Off-flavour وهذه الخمائر تشبه الليمون في شكلها مع وجود نتوء في كل طرف.

٥- الخمائر الغشائية *Film yeasts*

تشمل هذه المجموعة من الخمائر الأجناس *Debaromyces*, *Hansenula*, *Pichia* تنمو هذه الخمائر على سطح الأغذية الحمضية والمخللات حيث تكون أغشية على سطحها كما أنها خمائر مؤكسدة تؤكسد الحامض وتهيي ظروفًا للبكتريا التعفنكية لكي تنمو وتغض هذه الأغذية. ويعتبر جنس *Debaromyces* من الخمائر التي تنمو في تركيز عال من ملح الطعام حيث ينمو في محاليل الجبن التي يصل تركيز الملح فيها إلى ٢٤٪ فيفسد هذه الأجبان كما أنه ينمو على اللحوم المملحة. أما جنس *Hansenula*, *Pichia* فتتحمل تركيزات عالية من الكحول فهي تؤكسد الكحول في المشروبات الكحولية وبذلك تقل نسبة الكحول فيها.

ثانياً: الخمائر الكاذبة False yeasts

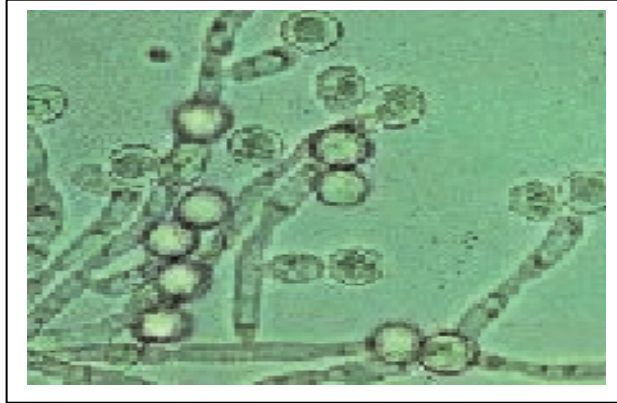
وهي الخمائر التي لا تكون جراثيم جنسية *Ascospores* وبذلك تتبع صنف الفطريات الناقصة *Deuteromycetse* أهم الأجناس التابعة إلى هذه المجموعة هي:

١- جنس *Mycoderma*

خمائر مؤكسدة Oxidative yeasts تنمو مكونة أغشية على المخللات والنبيذ والجبن و البيرة

٢- جنس *Candida*

خمائر مؤكسدة تكون أغشية على الأغذية الحامضية والمخللات، بعض أنواع هذا الجنس تحلل الدهون لذلك تستخدم في إنضاج الأجبان مثل الجبن الأزرق (الريكفورت) خاصة النوع *Candida lipolytica* (شكل ١١) في حين نمو هذا النوع على الزبد والدهون يؤدي إلى ترنخها كما أن النوع *C. utilis* يستخدم في إنتاج البروتين أما النوع *C. krusei* فهو يعيش في بادئات الألبان معيشة تكافلية مع بكتريا حامض اللاكتيك فيعمل على أكسدة الحامض واختزال كمية الأكسجين ويكون عوامل نمو تشجع بكتريا حامض اللاكتيك *Streptococcus thermophilus*

شكل (١١) الشكل المجهرى *Candida lipolytica*٢- جنس *Rhodotoruia*

يطلق على هذه الخمائر الملونة Pigmented yeasts حيث تكون بقعا وردية اللون على الأغذية مثل اللحوم والخضر المخلة (الساوركروت)

٤- جنس *Brettanomyces*

شكل هذه الخمائر مقوس وتتحمل هذه الخمائر التركيزات العالية من الأملاح والكحول ولهذا تفسد الأغذية المملحة والمشروبات الكحولية

٥- أجناس أخرى مثل *Torula, Cryptococcus* و *Torulopsis*

بعضها يستخدم كخمائر تغذية وبعضها تسبب مشاكل في صناعة المشروبات والألبان والمخللات مثل النوع *Torulopsis caroliniana* الذي يتواجد دائماً في الخيار المخلل حيث يكون كميات كبيرة من الغاز يجعل الخيار يطفو إلى أعلى. أما النوع *Torulopsis kefir* فيستخدم في صناعة اللبن المتخمر الروسي الكفير Kefir.

الباب الرابع

البكتيريا Bacteria

تعتبر البكتيريا من أكبر المجاميع الميكروبية المنتشرة في الأغذية حيث تنمو وتتكاثر وتحلل مكونات الغذاء من بروتين ودهون وسكريات إلى مركبات ضارة وغير مقبولة للمستهلك لأنها تنتشر في الأغذية بصورة كبيرة عن أي ميكروبات أخرى، أو عند نموها في الغذاء قد تتكون مركبات مفيدة تعطي نكهة جيدة للمادة الغذائية، وقد يتلوث الغذاء ببكتيريا مرضية تسبب مرض الإنسان المتناول لهذا الغذاء.

الصفات المورفولوجية لبكتيريا الأغذية

أول مراحل التعرف على البكتيريا في الغذاء تكون بالفحص الميكروسكوبي لتحديد الشكل والحجم والتركيب وتفاعلات الصبغ للبكتيريا الموجودة. وسوف نتعرض للصفات ذات الأهمية الخاصة وهي:

١- التغليف Encapsulation

إن وجود غلاف أو مخاط Slim حول الخلايا يؤدي إلى ظهور لزوجة أو تكوين خيطي Ropiness في الغذاء، هذا بالإضافة إلى أن الأغلفة تزيد من مقاومة البكتيريا للظروف الضارة مثل الحرارة والكيماويات. البكتيريا المكونة للأغلفة قد تكون كمية كبيرة من المخاط تحت ظروف معينة ولكن قد تكون كمية قليلة أو لا تكون مخاطا تحت ظروف أخرى.

٢- تكوين الجراثيم الداخلية Endospores

البكتيريا من أجناس *Clostridium*، *Bacillus* تكون جراثيم داخلية في حين أن غيرها من الأنواع العصوية والكروية المتعلقة بالأغذية لا تكون جراثيم. مختلف أنواع البكتيريا أو مختلف السلالات تختلف كثيرا في مقاومتها للحرارة وغيرها من الظروف القاسية.

وعموما فإن جراثيم البكتيريا أكثر مقاومة للحرارة والكيماويات وغيرها من العوامل الضارة عن الخلايا الخضرية.

التجراثيم يحدث في الخلايا الناضجة من المرحلة اللوغارتمية المتأخرة عندما تقل المواد الغذائية وتتراكم نواتج التمثيل الغذائي. يمكن تشجيع التجراثيم بواسطة مركبات كيماوية خاصة تؤدي إلى زيادة مادة DNA وبالتالي تسبب تكون الجراثيم كما يناسبها مجال ضيق من الـ pH، ووجود الأكسجين للأنواع الهوائية أو غيابها للأنواع اللاهوائية، ومجال أضييق من درجة الحرارة مختلف عما يحدث مع

النمو، كذلك وجود بعض الأيونات المعدنية خصوصا المنجنيز، وغياب المواد المضادة وتوفر الجلوكوز والنتروجين. أثناء تكون الجراثيم يتحول بروتين الخلية إلى بروتين الجرثومة وتتكون إنزيمات خاصة، كما تتكون مركبات خاصة مثل حامض Dipicolinic وحامض Glucosamine muramic. إنبات الجراثيم يناسب الظروف الملائمة لنمو الخلايا الخضرية ولكن قد يحدث الإنبات تحت ظروف لا تسمح بالنمو مثل درجات الحرارة المنخفضة. درجة الحرارة وفترة التشييط الحراري تتوقف على نوع الجراثيم، فالأنواع الثرموفيلية تتطلب معاملة حرارية أكبر من الأنواع الميزوفيلية. يمكن تشييط الإنبات بواسطة حامض السوربيك على درجة pH حامضية، إضافة الكاتيونات الثائية، إضافة النشا، بواسطة أحماض الاولييك واللينولييك.

تعرف الحرارة الكامنة Dormancy للجراثيم بأنها تأخر الإنبات تحت الظروف المناسبة له. ولا تتجح الجراثيم في الإنبات غالبا بسبب الظروف غير الملائمة مثل وجود المضادات في البيئة أو نقص المواد الغذائية الأساسية مثل الأحماض الأمينية، قد تثبت بعض الجراثيم ولكنها تخفق في استئناف النمو كما قد يحدث لها ضرر من الحرارة والإشعاعات وغيرها من العوامل لدرجة أنها تحتاج لبيئة أكثر تعقيدا أو بيئة خاصة لتنمو كما يحدث مع أسلافها.

٣ - تكوين تجمعات للخلايا Cell aggregation

وهي صفة خاصة ببعض البكتريا حيث تكون سلاسل طويلة أو تكون تجمعات Clumps تحت ظروف خاصة. من الصعب قتل جميع البكتريا في السلاسل المتداخلة أو في التجمعات الكبيرة عما يحدث مع الخلايا المتفرقة.

الصفات الفسيولوجية

العوامل البيئية الأساسية المؤثرة على نمو البكتريا هي (الغذاء - الرطوبة - درجة الحرارة - جهد الأكسدة والاختزال - وجود مواد مثبطة) وبرغم أن كلاً من هذه العوامل مهمة إلا أن محصلة هذه العوامل مجتمعة هي التي تحدد أي الميكروبات سوف تنمو وبأي سرعة سيكون نموها والتغيرات التي سوف تنتج وسرعة حدوثها.

١- الغذاء

لكل نوع مجال محدد للاحتياج الغذائي. فالبعض يمكنه استخدام العديد من الكربوهيدرات كمصدر للطاقة مثل بكتريا القولون وأنواع الكلوستريديم في حين أن غيرها تستخدم نوعا أو نوعين فقط (أنواع Pseudomonas) البعض يمكنه تحليل الكربوهيدرات المعقدة مائيا في حين أن البعض

الأخر لا يمكنه ذلك. المتطلبات النتروجينية للبكتريا مثل أنواع *Pseudomonas* يمكن الحصول عليها من الأمونيا والنترات و بواسطة مركبات معقدة مثل الأحماض الأمينية والبيبتيدات أو البروتينات تختلف البكتريا في احتياجها للفيتامينات أو العوامل غير المساعدة فالبعض مثل *staphylococcus aureus* تخلق جزءا منها، في حين أن *Escherichia, Pseudomonas* تخلق جميع العوامل التي تحتاجها. وعموما يجب التأكيد على أنه كلما كانت البيئة أنسب للميكروب كلما اتسع مجال درجات الحرارة، pH، Aw الذي يمكن أن ينمو في حدوده.

٢- الرطوبة

تتطلب البكتريا عموما رطوبة متيسرة أكثر من الخمائر والفطريات. أي تنمو جيدا في تراكيز منخفضة من السكر أو الملح رغم وجود شواذ. بيئة تنمية معظم البكتريا لا تحتوي على أعلى من ١٪ سكر، ٨٥٪ ص كل (محلول فسيولوجي) Aw الأمتل والأدنى للنمو تختلف حسب البكتريا والغذاء ودرجة الحرارة، pH، ووجود الأكسجين وثاني أكسيد الكربون، ومضادات النمو.

٣- درجات الحرارة

لكل ميكروب درجة حرارة مثلى عندها يكون النمو أفضل معدل له. وتنقسم البكتريا تبعا لتحملها درجات الحرارة إلى:

أ- البكتريا المحبة للحرارة المنخفضة Psychrophilic

ويطلق على البكتريا التي تنمو على درجات حرارة التلاجة (اقل من ١٠ م)

ب- البكتريا الميزوفيلية Mesophilic

وهي التي تنمو على درجات الحرارة المثلى لها بين ٢٠ - ٤٥ م

ج- البكتريا الثرموفيلية Therophilic

وهي التي تنمو على درجات حرارة أعلى من ٥٥ م . وقد تكون البكتريا الثرموفيلية حتما أو اختيارا.

٤- درجة الـ pH

غالبا ما تحدد أنواع البكتريا التي يمكنها النمو في غذاء ما والتغيرات المصاحبة و لكل ميكروب درجة مثلى وقصوى من pH لنموه. معظم البكتريا تنمو جيدا على درجة pH قريبة من التعادل ولكن البعض يشجعه درجات حامضية.

٥- جهد الاكسدة والاختزال Oxidation Reduction Potential

تصنف البكتريا على أساس عمليات التنفس إلى:

١- بكتريا هوائية Aerobic تتطلب أكسجين حراً للنمو

٢- بكتريا لا هوائية Anaerobic لا تتطلب الأكسجين الحر مفضلة النمو في غيابة.

٣- اختيارية Facultative يمكنها أن تنمو في وجود الأكسجين أو غيابة.

البكتريا التي تتطلب كمية محدودة صغيرة من الأكسجين الحر تسمى Microaerophilic إذا وجدت مركبات مؤكسدة أو مختزلة في البيئة تؤدي لموازنتها إلى مستوى مناسب للبكتريا الهوائية واللاهوائية على التوالي. نترات البوتاسيوم في اللحوم المعالجة يؤدي إلى موازنته على مستوى أعلى عن اللحم غير المضاف إليه النترات. أما إذا اختزلت النترات إلى نترت فيصبح اللحم منخفضاً في جهد الأكسدة والاختزال.

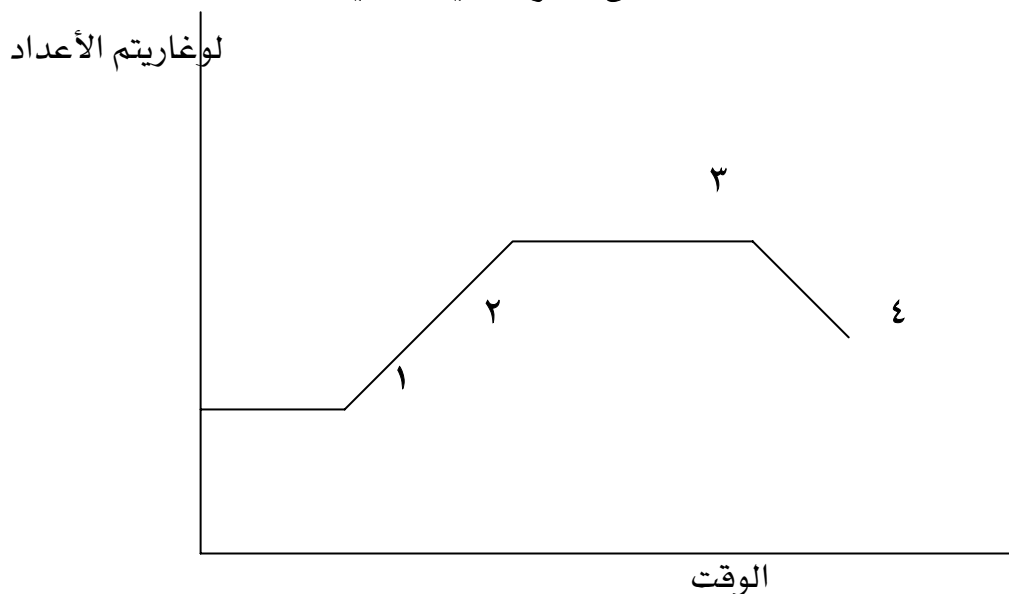
٦- المواد المثبطة Inhibitors

تؤدي المواد المنتجة أثناء نمو البكتريا عند تراكمها إلى إبطاء أو توقف النمو وقد تكون مثبطة لنشاط غيرها من الميكروبات. قد تحتوي الأغذية الطبيعية على مركبات مثبطة مثل حمض البنزويك في نوع من العناب البري Cranberries المواد المثبطة المضافة أثناء التصنيع قد توقف نمو معظم الميكروبات أو على الأقل الأنواع الغير مرغوب فيها مثل إضافة البروبيونات للخبز تثبط نمو الفطر والبكتريا المكونة للخيظ Ropiness.

وجميع هذه العوامل تؤثر على نمو البكتريا، وخاصة إذا توفرت جميعها في صورة مناسبة فتتشط

البكتريا وتنمو في حالة جيدة، والمنحنى التالي يوضح مراحل نمو البكتريا (شكل ١٢).

منحنى النمو للأحياء الدقيقة:

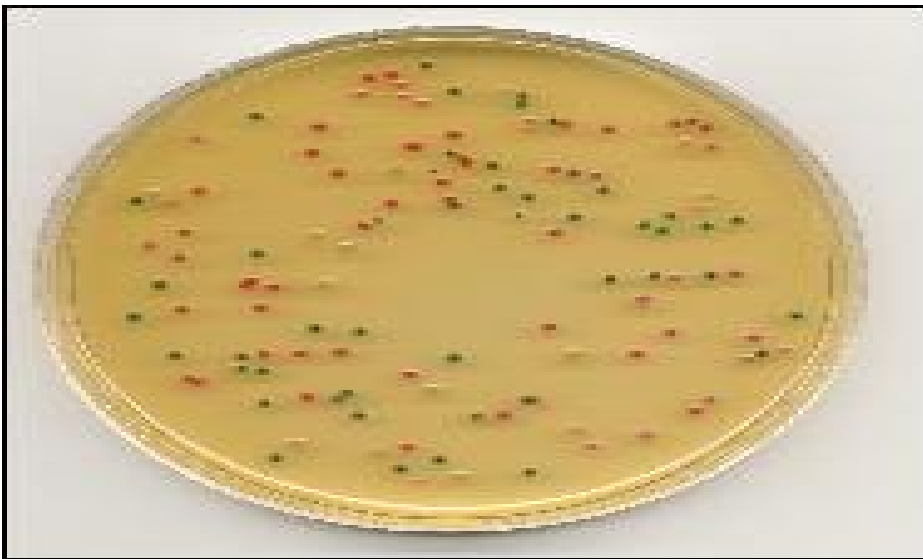


شكل (١٢) منحنى نمو الأحياء الدقيقة

- ١- مرحلة التأقلم Lag phase لا يحدث تكاثر في هذه المرحلة بل نشاط داخلي للتأقلم مع البيئة.
- ٢- مرحلة النشاط اللوغاريتمي Log phade تعتبر مرحلة الانقسام النشط حيث تتزايد الأعداد لوغارتمياً طالما الغذاء والظروف البيئية مناسبة وبالتالي يكون النمو سريعاً ومتزايداً.
- ٣- مرحلة الثبات Stationary phase يقل معدل التكاثر ليتوازن مع معدل موت الخلايا ولذلك يكون النمو ثابتاً.
- ٤- مرحلة الانحلال Decline phase في هذه المرحلة يزيد معدل الموت كثيراً فتقل الأعداد الحية من الخلايا.

الصفات المزرعية للبكتريا

النمو البكتيري داخل الأغذية أو عليها يكون منتشراً بدرجة تكفي لأن تجعل الغذاء غير مرغوب مظهرياً، حيث تسبب البكتريا (شكل ١٣) تلوينا غير مرغوب Discoloration على سطح الأغذية، والنمو الغشائي قد يغطي سطح المحاليل، والنمو داخل المحاليل قد يؤدي إلى غيوم أو رواسب غير مرغوبة.



شكل (١٣) صورة توضح شكل نمو البكتريا على البيئة.

مجاميع البكتريا الهامة في الأغذية

غالباً ما تصنف البكتريا المهمة في الغذاء على أساس الصفات التي تجمع بينها، وليس على التصنيف العام لها كما هو متبع في تقسيم برجي ومن الملاحظ أن بعض أنواع البكتريا يمكن أن تشترك في اثنين أو أكثر من هذه المجاميع المهمة في الأغذية.

١- بكتريا حمض اللاكتيك Lactic acid bacteria

تضم كل الأنواع التي لها مقدرة على تخمير السكر وتكوين كمية كبيرة من حمض اللاكتيك، وتضم هذه المجموعة أساساً أفراد العائلتين *Streptococcaceae* & *Lactobacillaceae* حيث يطلق عليهما بكتريا حامض اللاكتيك الحقيقية True lactic acid bacteria لتمييزهما عن الأنواع التي تكون كميات قليلة من حمض اللاكتيك عند تخمرها للكربوهيدرات مثل الأجناس *Escherichia*, *Micrococcus*, *Bacillus* ولذلك يطلق على هذه الأجناس بكتريا حمض اللاكتيك الكاذبة Pseudo lactic acid bacteria وتتواجد بكتريا حمض اللاكتيك الحقيقية في الحليب ومنتجاته والنباتات المخلة واللحوم والخضر والفواكه والعصائر والحبوب وفي فم وأمعاء الإنسان تخمر هذه البكتريا اللاكتوز بطريقتين هما:

أ- التخمر المتجانس Homofermentation:

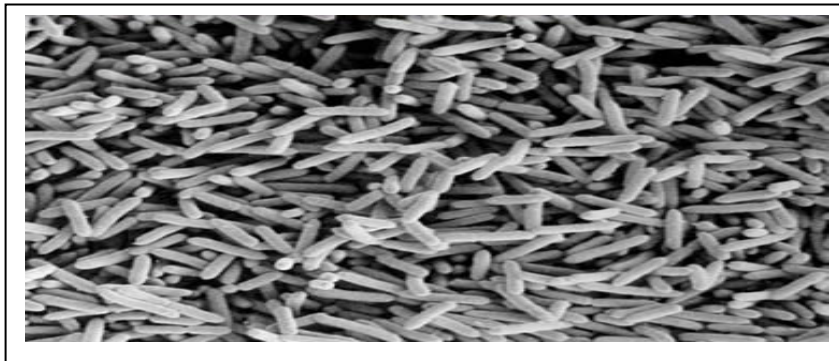
في هذه الطريقة يتحول أكثر من ٩٠٪ من سكر اللاكتوز إلى حامض لاكتيك ويكون هو الناتج الأساس لعملية التخمر وقد تتكون كميات قليلة من حامض الخليك وحامض الفورميك مع حامض اللاكتيك (شكل ١٤)

ب- التخمر غير المتجانس (المتباين أو المتغاير) Heterofermentation

في هذا النوع من التخمر يتحول ٥٠٪ فقط من سكر اللاكتوز إلى حامض لاكتيك و ٢٥٪ إلى ثاني أكسيد كربون و ٢٥٪ إلى حمض خليك أو الأيثانول، تنتمي البكتريا المنتجة لحمض اللاكتيك للأجناس التالية: *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Escherichia*, *Lactobacillus*.

٢- بكتريا حمض الخليك Acetic acid bacteria

تنتج حمض الخليك كناتج أساسي، تقوم بأكسدة كحول الأيثانول وتحوله إلى خل وأهم جنس يقوم بهذه الأكسدة هو *Acetobacter* (شكل ١٤)



شكل (١٤) *Acetobacter. sp*

٣- **بكتريا حمض البيوتريك** Butyric acid bacteria

أغلبها لا هوائي متجراثم من جنس *Clostridium*.

٤- **بكتريا حمض البروبيونيك** Propionic acid bacteria

أغلبها يوجد في جنس *Propionibacterium* الذي يستخدم كبادئ في تصنيع الجبن السويسري لتعطيه نكهة حامض البروبيونيك المميزة حيث تقوم هذه البكتريا بتحويل حامض اللاكتيك المتكون بالجبن نتيجة تخمر سكر اللبن بواسطة بكتريا حمض اللاكتيك إلى حمض بروبيونيك وحامض خليك (تعطي النكهة للجبن) وثاني أكسيد الكربون (يكون الثقوب في الجبن). وهذه الثقوب تسمى بالعيون

٥- **البكتريا المحللة للبروتينات** Proteolytic bacteria

وهذه تشمل مجموعة كبيرة من البكتريا التي تفرز أنزيم البروتيونيز Proteinase خارج خلاياها و بدأ تحليل البروتينات منها الهوائي المتجراثم مثل *Bacillus cereus* ومنها اللاهوائي المتجراثم مثل *Clostridium sporogenes* ومنها الاختياري غير المتجراثم مثل *Pseudomonas fluorescens* وعموما فإن أنواعا كثيرة من أجناس *Bacillus, Clostridium, Pseudomonas, Proteus* لها القدرة على تحليل البروتينات

بعض أنواع البكتريا المسماة بـ Acid proteolytic لها القدرة على إجراء تخمر حامضي وفي نفس الوقت لها القدرة على تحليل البروتينات مثل *Streptococcus faecalis var. liquefaciens* بعض البكتريا لها القدرة على تحليل البروتين تحت ظروف لا هوائية وتسمى بكتريا تعفننية Putrefactive وينتج عنها مركبات لها رائحة عفنة مثل كبريتيد الهيدروجين H_2S المركبتان Mercaptans وأمينات، الأندول، أحماض رهنية وأغلب هذه الأنواع من البكتريا تقع في أجناس *Clostridium* (متجراثم)، *Proteus*، *Pseudomonas* (أجناس غير متجراثمة)

٦- **البكتريا المحللة للدهون** Lipolytic bacteria

تشمل مجموعة كبيرة من البكتريا وهي تنتج أنزيم الليبيز Lipase الذي يحلل الدهن تحليلاً مائياً إلى أحماض دهنية وجليسرول ومن الأجناس المحللة للدهون: *Alcaligenes, Serratia, Micrococcus, Pseudomonas, Achromobacter*

٧- **بكتريا المحللة للسكريات** Saccharolytic bacteria

هذه البكتريا تحلل السكريات الشائبة أو المعقدة إلى سكريات أبسط مثل *Clostridium butyricum*، *E. coli* وهناك عدد محدود من البكتريا لها القدرة على تحليل النشا Amylolytic حيث يفرز أنزيم

الاميليز خارج الخلايا ويحلل النشا تحليلاً مائياً مثل: *Clostridium butyricum, Bacillus subtilis* كما أن هناك أنواعاً قليلة جداً من البكتيريا لها القدرة على تحليل السليولوز تحليلاً مائياً.

٨- البكتيريا المحللة للبكتين Pectolytic bacteria

من الميكروبات ما يفرز أنزيم البكتينيز Pectinase وبذلك يحلل البكتين وتفقد الأنسجة النباتية صلابتها ويعطي نعومة في الأنسجة Softening of tissues ومن هذه الميكروبات أنواع من أجناس *Clostridium, Erwinia, Bacillus* وكذلك بعض الفطريات

٩- البكتيريا المعوية Intestinal bacteria

وهذه البكتيريا تقع تحت العائلة *Enterobacteriaceae* ولهذه العائلة علاقة كبيرة بالأغذية حيث تلوث أفرادها الأغذية وتسبب فسادها وبعضها يسبب المرض للمستهلك كما أنها تستعمل للدلالة على تلوث المياه والأغذية بمياه المجاري وهذه البكتيريا أهم أجناسها:

(أ) بكتيريا القولون Coliform bacteria

وتشمل جنسين هما جنس *Escherichia* و جنس *Enterobacter* وهذه البكتيريا تتواجد في أمعاء الإنسان والحيوان ووصولها للأغذية يعتبر دليلاً للتلوث وهذه المجموعة مهمة في الأغذية لما يأتي:

١- تنتج أحماضاً وغازات ومواد ذات طعم ونكهة غير مرغوبة في الأغذية .

٢- بعض سلالات جنس *Enterobacter* تنتج مواد صمغية لزجة في الألبان ذلك بسبب تكوينها مواد تدخل في تركيب الحافظة أو العلبه أو الكبسولة

٣- تستخدم كأدلة لتلوث الأغذية بالبراز Pollution indicators واحتمال تواجد البكتيريا المرضية فيها وخاصة *E. coli*

(ب) جنس *Erwinia*

هذه البكتيريا تفرز أنزيم البكتينيز الذي يحلل البكتين الذي يربط الخلايا النباتية بعضها ببعض وبذلك تتفكك الأنسجة النباتية وهذا ما يؤدي إلى فساد الخضروالفاكهة وما يطلق عليه بالتعفن البكتيري الرخو Soft bacterial rot وأهم أنواع هذا الجنس الذي يسبب هذا الفساد هو *Erwinia carotovora* التي تعزل دائماً من الجزر المتعفن بسببها ولهذا اشتق اسمها من اسم الجزر

(ج) جنس *Serratia*

أهم أنواع هذا الجنس هو *Serratia marcescens* الذي يفسد الأغذية مثل اللحوم والأسماك والأجبان والبيض والخبز بتكوينه بقعا حمراء (Red spots) نتيجة تكون بقعا حمراء كثيرة على الخبز وتحول لون الخبز إلى الأحمر ويسمى الخبز الدموي أو الأحمر Bloody or red bread.

(د) جنس *Proteus*

هذا الجنس نشط جداً في تحليل البروتين *Active proteolytic bacteria* ولهذا السبب هو مسئول عن تعفن *Putrefaction* الأغذية البروتينية مثل اللحوم والبيض والأسماك وغيرها حيث يكون فيها مواد عفنة مثل الأندول والسكاتول وكبريتيد الهيدروجين والأمونيا وغيرها، أهم الأنواع *Proteus.vulgaris* (شكل ١٥)

شكل (١٥) الشكل المجهرى *Proteus vulgaris*(هـ) جنس *Salmonella*

كثير من الأنواع التابعة لهذا الجنس تسبب التسمم الغذائي الذي يطلق عليه السالمونيلا *Salmonellosis* وأنواع أخرى تنتقل بواسطة الأغذية والألبان وتسبب التيفود والباراتيفود كـ *Salmonella typhi* ، *Salmonella paratyphi A* ، *Salmonella paratyphi B* ، أما الأنواع التي تسبب التسمم الغذائي فهي *Salmonella typhimurium* ، *Salmonella Dublin* ، *Salmonella enteritidis*

(و) جنس *Shigella*

هذه البكتريا تساهم في التسمم الغذائي الذي يطلق عليه شيجيلوسز *Shigellosis* والنوع *Shigella dysenteriae* يسبب الدوسنتاريا البكتيرية حيث تلوث الأغذية والألبان وينتقل إلى المستهلكين مسبباً لهم هذا المرض .

١٠- البكتيريا المحبة لدرجات الحرارة العالية Thermophilic bacteria

وهي التي لها درجة حرارة مثلى أكبر من ٤٥° م وهي مهمة في الأغذية المعاملة بالحرارة المرتفعة حيث تسبب فسادها ومن أمثلتها بعض الأنواع من جنس *Bacillus* التي تسبب الفساد الحامضي المسطح في الأغذية المعلبة وكذلك ميكروب *Clostridium thermosaccharolyticum* الذي يسبب الفساد الغازي ومن بكتيريا حمض اللاكتيك المحبة لدرجة الحرارة المرتفعة *Lactobacillus thermophilus*

١١- البكتيريا المحبة لدرجات الحرارة المنخفضة Psychrophilic bacteria

وهي التي تنمو على درجة حرارة أقل من ١٥° م وهي مهمة في الأغذية المبردة وهي توجد أساسا في الأجناس التالية: *Flavobacterium, Achromobacter, Pseudomonas, Alcaligenes* وكذلك قد تضم الأجناس الآتية *A. erobacter, Loctobacillus, Micrococcus*.

١٢- البكتيريا المحبة للأملح Halophilic bacteria

وهي التي تفضل وجود نسبة عالية من الأملاح المذابة (كلوريد الصوديوم) تتراوح من ٥- ٢٠٪ لكي تنمو جيدا وتتكاثر، وهذه الأنواع لها أهميتها في الأغذية المملحة والمخللات وأهم الأنواع تقع في الأجناس التالية *Micrococcus, Sarcina, Holobacterium, Pseudomonas*.

١٣- البكتيريا المحبة للضغط الأسموزي المرتفع Osmophilic bacteria

وهي البكتيريا التي تنمو في تركيزات عالية من السكر مثل أنواع من جنس *Leuconostoc* والتي تسبب مشاكل كبيرة في عصير السكر حيث تكون مواد صمغية لزجة تعوق صناعة السكر

١٤- بكتيريا التسمم الغذائي Bacteria of food poisoning and infections

منها ما يسبب حالة التسمم نتيجة تناول الإنسان لإفرازاته الخارجية، مثل البكتيريا الهوائية *Staphylococcus aureus* والبكتيريا اللاهوائية *Clostridium botulinum* ومنها ما يكون نفسه مصدراً للعدوى مثل أنواع *Salmonella, Streptococcus* التي لها القدرة في النمو على الغذاء وتسبب تسمم المستهلك لهذا الغذاء نتيجة أكل الميكروب مع الغذاء.

١٥- البكتيريا المرضية الأخرى Other pathogenic bacteria

وهذه تنتقل عن طريق الأغذية والمواد الأخرى مثل الملابس والكتب والنقود وخلافها ومن أهمها ميكروبات الحمى المالطية والسل والكوليرا . الخ والأمراض الأخرى.

١٦- البكتيريا المنتجة للصبغات Pigmented bacteria

من أهم الأجناس المنتجة للصبغات *Flavobacterium* حيث تعطي صبغات من أصفر إلى برتقالي ، بينما *Serratia* تعطي صبغة حمراء ، في حين *Pseudomonas* تعطي صبغة خضراء مزرققة ، كما أن *Micrococcus* تعطي صبغات مختلفة الألوان.

١٧- البكتريا المنتجة لعالة الزوجة Slime or roby bacteria

ومن أمثلتها *Alcaligenes viscosus* , *Enterobacter aerogenes* وهي تسبب لزوجة اللبن والذي يطلق عليه الحليب الخيطي Roby milk أما *Leuconostoc* فتسبب لزوجة المحاليل السكرية وكذلك بعض أنواع البكتريا الجنس *Lactobacillus & Streptococcus* تجعل الحليب خيطياً أو لزجاً وبعض أنواع الجنس *Micrococcus* تجعل محلول اللحم الملحي لزجاً كما *L. Plantarum* يحتمل أن تسبب الغذاء الخيطي في الفواكه والخضروات ومنتجات الحبوب وفي عصير التفاح ، والملفوف (الكرنب) المخل.

١٨- البكتريا المنتجة للغاز Gas forming bacteria

تنتج الكثير من البكتريا كميات قليلة من الغاز بحيث يكون إنتاجه بطيئاً وفي معظم الأحيان لا يمكن ملاحظته. هذا ما يجري في حالة نمو بكتريا حمض اللاكتيك متغايرة الاختمار. وفي أحوال أخرى فإن الغاز يكون ظاهراً بين الأجناس التي تنتج الغاز خلال النمو فمنها أجناس تنتج ثاني أكسيد الكربون مثل *Propionibacterium*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc* وأجناس تنتج ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين *Proteus*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Escherichia* وهناك أنواع أخرى من البكتريا تنتج الطعم المر وأخرى تسبب الفسفرة.

الميكروبات الأخرى

بالإضافة إلى البكتريا والأعفان والخمائر هناك ميكروبات أخرى تتواجد في الأغذية وتسبب

المرض للمستهلكين منها الريكيتسيا *Rickettsia* والفيروسات *Viruses* والطفيليات *Parasites* الريكيتسيا تحتل موقعاً وسطاً بين البكتريا والفيروسات فهي تختلف عن البكتريا بصغر حجمها وعدم تمكنها من النمو على البيئات في المعامل ذلك لأنها متطفلة إجبارياً *Interacellular Obligate Parasites* كما أنها اكبر من الفيروسات وقليل منها يمر خلال المرشحات البكتيرية. أهمها بالنسبة للأغذية هو النوع *Coxiella burnetii* الذي وجدان (٥٠٪) من قطعان الأبقار مصابة به وينتقل إلى اللبن ويقاوم البسترة ويسبب مرض حمى كيو Q-fever للإنسان. وأعراض هذه الحمى تشبه أعراض الأنفلونزا وكان يعتقد أن بكتريا السل هي أكثر بكتريا مرضية غير مكونة للجراثيم تقاوم البسترة وتبعاً لذلك اقترح باستير الزمن ودرجة الحرارة لكي يقضى على هذا الميكروب في اللبن.

ولقد سميت الحمى التي تسببها هذه الريكيتسيا بهذا الاسم نسبة إلى المكان الذي اكتشفت فيه في استراليا من قبل الباحث Burnet وهي منطقة Queensland.

بالنسبة للفيروسات كثير من الأغذية تتلوث بها ثم تنتقل إلى الناس وتصيبهم بمختلف الأمراض خاصة فيروس التهاب الكبد الوبائي Infections hepatitis وفيروس شلل الأطفال Poliomyelitis وغيرها علما بأن كثيراً من الأبحاث تشير إلى أن عمليات حفظ الأغذية كالتبريد والتجميد لا تقضى على هذه الفيروسات.

وهناك فيروسات تصيب البكتريا يطلق عليها لاقمات البكتريا Bacteriophages تهاجم البكتريا المستخدمة في الصناعات الغذائية وتقضى عليها خاصة بكتريا حمض اللاكتيك Str.lactis&Str.cremoris'Str.thermophilus

ومن أهم مشاكل صناعة الألبان هي إصابة بادئات الألبان بهذه اللاقمات حيث يصبح البادئ رديئاً وبدوره يؤثر على المنتج كله وهي تقاوم درجات حرارة البسترة ووجد فيروسات تهاجم بكتريا إنتاج الخل وتعطل إنتاجه. كثير من الطفيليات تلوث الأغذية مثل الديدان الثعبانية Trichinella spirali وديدان الأبقار Taenia solium وديدان الخنازير T.soginata وهناك Entamoeba histolytica التي تسبب الدوسنتاريا.

الباب الخامس

مصادر تلوث الأغذية

Food contamination

الغذاء مصدره نباتي أو حيواني والأنسجة الداخلية السليمة لكل من النبات والحيوان خالية خلواً تماماً من جميع الميكروبات، ومن البديهي أن الحيوانات والنباتات المصابة بأمراض بالطبع تحمل الميكروبات المرضية المسببة لها. كما وتحمل النباتات والحيوانات على سطحها الخارجي أنواعاً معينة من الميكروبات ويوجد في الأحشاء الداخلية للحيوانات ميكروبات تطرحها للخارج مع فضلاتها، وتتعرض المواد الغذائية للتلوث بالأحياء الدقيقة من مصادر طبيعية مختلفة محيطتها بها كالإنسان والنباتات والحيوانات والتربة والمياه والهواء كما أنها تتعرض للتلوث أثناء عملية التداول والتصنيع والتسويق.

أولاً: المصادر الطبيعية لتلوث الأغذية هي Food contamination from natural sources

١- التلوث من النباتات Contamination from plants

النباتات يوجد على سطحها طبيعياً ميكروبات تختلف أعدادها وأنواعها من نبات لآخر وبصورة عامة هناك بعض أجناس البكتيريا تتواجد عادة على أسطح النباتات مثل *Lactobacillus, Micrococcus, Alcaligenes, Achromobacter, Pseudomonas, Flavobacterium, Streptococcus* أيضاً بكتيريا القولون وبكتيريا أخرى يكون مصدرها التربة والأسمدة مثل *Clostridium & Bacillus* والأعفان وبكتيريا مصدرها الماء والهواء أي مصادر تلوث النبات نفسه.

٢- التلوث من الحيوانات Contamination from animals

جميع الميكروبات التي قد تكون موجودة بالتربة والماء وغذاء الحيوان وروثه والغبار قد تكون موجودة على جلد الحيوان ومن جلد الحيوان قد تنتشر مرة أخرى في الهواء أو على أيدي العمال وملابسهم ثم إلى الطعام وقد تجد هذه الميكروبات طريقها إلى اللحم عن طريق السلخ وهناك كثير من البكتيريا المرضية تنتقل من الحيوانات والدواجن إلى الإنسان من خلال لبنها وبيضها والبكتيريا التي تتواجد عادة على أسطح الحيوانات وهي *Pseudomonas, Flavobacterium, Achromobacter, Micrococcus, Alaligenes, Streptococcus, Aerobacter, Staphylococcus, Escherichia, Clostridium*.

٣- التلوث من المجاري Contamination from sewage

مياه المجاري تحتوي على أعداد هائلة من الميكروبات حيث تتراوح ما بين نصف مليون إلى ٢٠ مليون ميكروب في المليتر الواحد، فتحتوي على بكتيريا مرضية و فطريات وفيروسات وهذه الميكروبات

تكون محللة للبروتين والدهون فتفسد الأغذية عند تلوثها بها . وعند استخدام مياه مجاري غير معاملة في ري وتسميد المحاصيل الزراعية يؤدي ذلك إلى تلوثها بالبكتريا المرضية والمسببة للفساد. كما أن وصول مياه المجاري بدون معاملة إلى الأنهار يسبب تلوث المياه ومن ثم تلوث الأسماك والحيوانات والنباتات المائية. الميكروبات المتواجدة في مياه المجاري هي *Salmonella, Bacillus Shigella Aerobacter, proteus, Clostridium, Escherichia, Lactobacillus, Pseudomonas, Staphylococcus, Micrococcus Molds, Yeasts, Viruses, Protozoa* .

٤- التلوث من التربة Contamination from soil

التربة من أهم مصادر تلوث الأغذية خاصة الأراضي الخصبة وتلك المسمدة بالفضلات الحيوانية وذلك لتوفر الظروف الملائمة لنمو ونشاط الأحياء المجهرية. والأحياء المجهرية التي موطنها التربة تلوث النبات والحيوانات والعاملين وأهم هذه الأحياء المجهرية الموجودة في التربة ما يلي :

Bacillus, Escherichia, Actinomyces, Clostridium, Aerobacter, Streptomyces, Micrococcus, Achromobacter, Streptococcus, Alcaligenes, Proteus, Pseudomonas, Molds, Yeasts, Protozoa

٥- التلوث من المياه Contamination from waters

المياه نوعان، مياه سطحية كمياه الأنهار والبحيرات والبحار، ومياه جوفية كمياه الآبار والعيون. المياه السطحية تحوي أعداداً كبيرة من الميكروبات عن المياه الجوفية ومياه الأنهار أكثر عدداً من مياه البحار نظراً لملوحة مياه البحار بسبب وجود كلوريد الصوديوم الذي يعوق ويمنع نمو كثير من الأحياء المجهرية . ومن الأجناس البكتيرية المنتشرة في المياه هي *Proteus, Pseudomonas, Vibrio, Escherichia, Achromobacter, Bacillus, Aerobacter, Micrococcus* في التصنيع الغذائي يجب أن يكون صالحاً للشرب خالياً من الميكروبات المرضية والمواد السامة عديم اللون والطعم والرائحة.

والماء مصدر مهم لتلوث الأغذية فغالباً ما تصل بكتريا القولون إلى الحليب عن طريق خزانات ماء التبريد كما أن الأغذية المعلبة أثناء تبريدها بالماء بعد تعقيمها قد تتلوث بالميكروبات نتيجة التنفيس في العلب وعدم دقة لحام العلب. هذا وعند تأسيس أي مصنع للأغذية يجب أن يؤخذ في الاعتبار مصدر مائي له بعيد عن التلوث وبصورة عامة تؤسس مصانع الأغذية لها وحدة مستقلة خاصة بمعاملة المياه قبل إدخالها في التصنيع للمادة الغذائية.

٦- التلوث من الهواء Contamination from air

يحتوي الهواء على ميكروبات كثيرة توجد عالقة به وبالغبار العالق به ومن أهمها الميكروبات المرضية التي تصيب الجهاز التنفسي وجراثيم الفطريات والبكتريا والخمائر ، وتتواجد هذه الميكروبات

أثناء الكنس ومن الناس أثناء العطس والتنفس ويتأثر المحتوى الميكروبي في الهواء بأشعة الشمس والرياح والرطوبة وكمية التربة العالقة والموقع بالنسبة للمنطقة السكنية ومصادر التلوث . فأعلى الجبال تكون أعداد الميكروبات أقل بينما يكون أعدادها هائلة في الجو المترب . وهواء مصانع الأغذية يكون محملاً بالميكروبات المستخدمة في ذلك المصنع ففي مصنع الخميرة تنتشر الخميرة في هوائه وفي مصانع الألبان تنتشر بكتريا اللبن والبكتريوفاج في هوائها . وتستعمل مصانع الأغذية طرقاً مختلفة لمعاملة الهواء قبل دخوله إلى جو المصنع مثل الترشيح والمعاملات الكيميائية والحرارة والإشعاع وأكثرها شيوعاً استعمال مرشحات الهواء وبعض المصانع تستعمل مصابيح الأشعة فوق البنفسجية لتعقيم هواء المصنع ، هذا ويفضل عدم استعمال مبردات الهواء ذلك لإدخالها الهواء الملوث من خارج المصنع إلى داخله ويفضل استعمال مكيفات الهواء بدلاً منها .

ثانياً: تلوث الأغذية أثناء التداول والتصنيع

Contamination of foods during handling and processing

المواد الغذائية المختلفة تحمل أعداداً من الميكروبات من مصادرها الطبيعية وأثناء جنيها وتجميعها ونقلها وتصنيعها وتسويقها تضاف أعداد أخرى من الميكروبات التي قد تسبب فسادها أو تجلب المرض للمستهلكين. فالأغذية النباتية كالحبوب والخضر والفواكه تتلوث من قبل العمال والسلال والصناديق التي توضع فيها ومن عربات النقل والأدوات التي تستعمل في تصنيعها ولهذا يجب إجراء بعض المعاملات للتقليل من هذا التلوث كالتبريد أثناء النقل والغسل بمحاليل مطهرة وفرز الأجزاء التالفة والفاسدة والتخلص منها . كما يجب عدم تعريضها للتلف الميكانيكي الذي يزيد احتمال دخول الأحياء المجهرية إليها وإفسادها ، وفي المصنع السكاكين والمناضد والماء المستخدم لغسلها والأكياس والعاملون وفي الدكاكين أدوات الوزن وأرضية الدكان وغير ذلك كلها مصادر لتلوث الأغذية.

بالنسبة للأغذية الحيوانية كاللحم أثناء ذبح الحيوان وتقطيع لحمه يتلوث من الجلد والحوافر والأحشاء ومن أيدي العمال والسكاكين وأرضية المسلخ وماء غسل اللحم . وبعد الذبح تكون مصادر التلوث عربات النقل والقماش الذي تلف به اللحوم وفي محل الجزار السكاكين والميزان وهواء وأرضية الدكان وأرومة الخشب الموجودة لتقطيع اللحوم عليها ومفارم اللحم والأكياس زيادة على تواجد الحيوانات كالكلاب كلها تساهم في تلوث اللحم

بالنسبة للحليب ومنتجات الألبان يكون التلوث بواسطة آلة الحلب أو أيدي الحلابين ومن جلد البقرة ومن أرضية الحظيرة والأوعية التي تستقبل الحليب وكذلك الحشرات والذباب وهواء الحظيرة وفي المصنع من العاملين والأدوات المستخدمة في التصنيع والمياه الداخلة في التصنيع وأثناء النقل وفي دكاكين

البائعين ومصادر أخرى للتلوث ولغرض الحفاظ على منتجات جيدة وصالحة للاستهلاك يجب إتباع الشروط الصحية الصارمة لمنع تلوثها من قبل العاملين والأدوات المستخدمة في التصنيع والنقل والبيع والاعتناء بنظافة المصنع والمخزن ودكاكين البيع. الجدول التالي يبين الأعداد القياسية من الأحياء الدقيقة التي تتواجد في الأغذية (جدول - ١).

جدول (١) يوضح بعض الأعداد القياسية المقترحة من الأحياء الدقيقة في الأغذية

م	اسم المادة الغذائية	نوع الأحياء الدقيقة	العدد المسموح به لكل جم من الغذاء
١	اللحم المبرد والمجمد	Salmonella العدد الكلي	0 ٦١٠-٥١٠
٢	اللحم المفروم المجمد	Salmonella العدد الكلي	0 ٦١٠
٣	الدجاج المجمد	Salmonella العدد الكلي	0 ٥١٠
٤	الأسماك الطازجة والمجمدة	بكتيريا القولون المعوية Staphylococcus العدد الكلي	٣١٠ ٤
٥	الخضروات الطازجة (تؤكل بدون طبخ)	بكتيريا القولون Salmonella	٦١٠ 0
٦	الخضروات المبردة أو المجمدة (بدون طبخ)	E. coli Salmonella	١٠ 0
٧	الفواكه المجففة (التمر-التين)	E. coli	٣١٠
٨	الطحين	الأعفان سبورات البكتيريا B. cereus C. perrings	٣١٠ ٢١٠ ٢١٠ ٢١٠

أسئلة

س١: ضع خطأ تحت الإجابات الصحيحة :

- (منذ ٢٠٠٠ سنة – منذ مليون سنة) كان الإنسان ضارياً ومن أكلة اللحوم
 (من الشرق الأوسط – من الشرق الأقصى) صناعة الفخار جاءت إلى أوروبا
 (الأوربيون – السومريون) أول من استأنسوا الحيوان
 (منذ ٥٠٠٠ سنة – منذ ١٠٠٠ سنة) برع الرومانيين في حفظ اللحوم
 (سنة ١٩١٠م – ١٨١٠م) بداية صناعة المعلبات المعروفة
 (سنة ١٩٦٠م – ١٨٨٠م) طريقة البسترة عرفت
 (١٨٠٥ – ١٩٠٥ م) السماح باستعمال بنزوات الصوديوم كمادة حافظة
 (١٨١٦ – ١٩١٦ م) اختراع طريقة التجميد السريع في ألمانيا
 (١٨٢٨ – ١٩٢٨ م) أول استعمال لمخازن معدلة الهواء لحفظ التفاح
 (١٨٥٤ م – ١٩٥٤ م) استعمال المضاد الحيوي النيزين في صناعة الجبن
 (١٨٣٦ م – ١٩٣٦ م) تم اكتشاف فعل الخميرة
 (١٩٥٧ م – ١٨٥٨ م) أوضح باستير أن تخمر اللبن ناتج من ميكروبات بداخله
 (١٨٧٣ م – ١٩٧٣ م) أول دراسة على فساد وتحلل البيض ميكروبياً
 (١٧٩٦ م – ١٨٩٦ م) اكتشاف ميكروب التسمم البوتيوليني كان سنة
 (١٨٦٠ م – ١٩٦٠ م) تم اكتشاف السموم الفطرية الافلاتوكسين سنة
- س٢: ضع علامة صح أو خطأ أمام العبارات الآتية:

- () الفطر يحتوي على الكلوروفيل.
 () الفطر هوائي.
 () يحتاج الفطر إلى كميات كبيرة من الرطوبة أكثر من الميكروبات الأخرى.
 () يتوقف نمو الفطر إذا وصلت الرطوبة إلى أقل من ١٤٪.
 () معظم الفطريات تحب درجة الحرارة العالية للنمو.
 () بعض أنواع من الفطريات تعيش على درجات حرارة التجميد من - ٥ إلى - ١٠°م.
 () ينمو الفطر بصورة طبيعية في الأوساط القلوية.
 () حمض السوربيك يثبط نمو الفطريات.

- () فطر *Asp. flavus* يستخدم في تحويل النشا إلى سكريات بسيطة.
- () فطر *P. notatum* يسبب عفن الخبز الأسود
- () فطر *Asp. niger* يستخدم لإنتاج حمض الستريك.
- () فطر *P. italicum* يستخدم في إنضاج الجبن جاميلوست.
- () فطر *P. camemberti* يستخدم لإنتاج المضاد الحيوي البنسلين.
- () فطر *M. roxii* يستخدم لإنضاج جبن الريكفورت.
- () فطر *R. nigrificans* ينمو على منتجات الألبان مرتفعة الحموضة.
- () فطر *Asp. fisheri* يسبب التعفن الأحمر للخبز
- () فطر *T. elegans* يسبب فساد الفاكهة والخضر ونموه أخضر اللون.
- () فطر *A. citri* يسبب تعفن البرتقال ولون نموه أزرق.
- () فطر *Asp. repens* يسبب تعفن الحمضيات (الموالح).
- () الخمائر مهمة في صناعة الخبز
- () الخمائر تقوم بتحويل المحاليل السكرية تحت ظروف لا هوائية إلى كحول
- () تحتاج الخمائر إلى رطوبة أكبر من الفطريات.
- () الخمائر تنمو في درجات الحرارة المعتدلة
- () تنمو الخمائر في وسط حامضي.
- () الخمائر منها الهوائي ومنها اللاهوائي
- () يطلق على النوع *S. cerevisiae* خميرة الخباز.
- () *S. cerevisiae* يستخدم في صناعة الحلوى لاحتوائه على أنزيم الانفرتيز
- () *S. cerevisiae* تستخدم في إنتاج الكحول والنييد والجليسرين
- () جنس *Zygosaccharomyces* تفسد العسل والديبس والعصائر المركزة
- () الخمائر الغشائية تؤكسد الأحماض والسكر وتحولها إلى ثاني أكسيد كربون وماء.
- () الخمائر القاعية تقوم بتحويل السكر إلى كحول
- () جنس *Debaromyces* من الخمائر التي تنمو في تركيز عال من الملح .
- () جنس *Hansenule, Pichia* تتحملان تراكيز عالية من الكحول فتؤكسده
- () جنس *Candida utiles* يستخدم في إنتاج البروتين وحيدة الخلية
- () جنس *Candida* يستخدم في إنضاج الأجبان مثل الجبن الأزرق.

- () جنس *Rhodotorula* يكون بقعا وردية اللون على الأغذية مثل اللحوم.
- () *Torulopsis kefir* يستخدم في صناعة اللبن المتخمر الروسي الكفير.
- () بكتريا حمض اللاكتيك تضم أفراد العائلتين *Lactobacillaceae, Streptococcaceae*
- () بكتريا حمض اللاكتيك الكاذبة تضم أجناساً *Micrococcus, Bacillus, Escherichia*.
- () تتواجد بكتريا حمض اللاكتيك الحقيقية في الحليب ومنتجاته
- () التخمر المتجانس هو تحويل ٩٠٪ من السكر اللاكتوز إلى حمض لاكتيك
- () جنس *Propionibacterium* يقوم بتحويل حمض اللاكتيك في الجبن السويسري إلى حمض بروبيونيك وحامض خليك وثاني أكسيد الكربون التي تكون العيون في الجبن
- () أجناس *Pseudomonas, proteus, clostridium, Bacillus* تفرز أنزيم البروتيونيز فتحلل البروتين
- () أجناس *seudomonas, Achromobacter, Alcaligenes, Serratia, Micrococcus* تنتج أنزيم الليبيز الذي يحلل الدهن تحليلاً مائياً
- () *Clostridium butyricum, Bacillus subtilis* يفرزان أنزيم الاميليز خارج خلاياهم فيحلل النشا تحليلاً مائياً إلى سكريات بسيطة
- () جنس *Erwinia* يفرز أنزيم البكتينيز فيسبب العفن الطري للخضروات الورقية
- () بكتريا القولون تشمل جنسين هما *Enterobacter, Escherichia*
- () بكتريا القولون إذا وجدت في الأغذية يدل هذا على تلوث الأغذية ببراز الإنسان أو الحيوان
- () وجود بكتريا القولون يستخدم كدليل لاحتمال وجود بكتريا مرضية
- () *Erwinia carotovora* تسبب التعفن البكتيري الرخو في الخضروات وتعزل من الجزر المتعفن ولذا سميت باسمه
- () *Serratia marcescens* يفسد الأغذية بتكوينه بقعا حمراء نتيجة تكون صبغة داخلية حمراء
- () جنس *Proteus* يحلل البروتين وهو المسئول عن تعفن الأغذية البروتينية مثل اللحوم والأسماك حيث يكون مواد عفنة مثل الأندول والسكاتول وكبريتيد الهيدروجين والأمونيا
- () جنس *Salmonella* يسبب التسمم الغذائي الذي يطلق عليه السالمونيلا
- () جنس *Shigella* يسبب التسمم الغذائي شيجيلوسز
- () جنس *Shigella dysenteriae* يسبب الدوسنتاريا البكتيرية
- () *Lactobacillus thermophilus* من بكتريا حمض اللاكتيك المحبة لدرجات الحرارة المرتفعة
- () *Clostridium thermosaccharolyticum* يسبب الفساد الغازي في المعلبات

- () أجناس *Pseudomonas* و *Micrococcus*, *Sarcina*, *Holobacterium* لها أهميتها في الأغذية المملحة
- () جنس *Leuconostoc* ينمو في المحاليل السكرية المركزة ويسبب لزوجتها ومخاطبيتها
- () التسمم الغذائي ينتج من تناول الإنسان لإفرازات بعض الميكروبات أو لتناوله المكروب نفسه أثناء الأكل
- () *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus* يفرزان توكسينات خارجية وعند تناول الإنسان لها مع الأكل يحدث التسمم الغذائي
- () أنواع من جنس *Salmonella*, *Streptococcus* لهما القدرة على النمو على الغذاء وعند تناول الإنسان لمثل هذا الغذاء الملوث بها يحدث التسمم ويسمى هذا النوع من التسمم تسمم بالعدوى
- () جنس *Flavobacterium* يعطي صبغات من أصفر إلى برتقالي
- () جنس *Serratia* تعطي صبغة حمراء
- () جنس *Micrococcus* تجعل محلول الملح للحوم لزجاً
- () جنس *Alcaligenes viscosus* تسبب لزوجة الحليب و يطلق عليه الحليب الخيطي
- () جنس *Lactobacillus plantarum* تسبب الغذاء الخيطي في الفواكه والخضر ومنتجات الحبوب.
- () أجناس *Propioni*, *Lacto*, *Lencon* تنتج غاز ثاني أكسيد الكربون.
- () أجناس *Bacillus*, *proteus*., *Enterobacter*, *Escherichia* *Lactobacillus*. تنتج ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين.

س٤: عدد المصادر الطبيعية لتلوث الأغذية؟

س٥: تكلم بالتفصيل عن كل مما يأتي:

(أ) التلوث من المجاري

(ب) التلوث من التربة .

س٦: تكلم عن التلوث أثناء التداول والتصنيع تفصيلاً؟

الأحياء الدقيقة في الأغذية

التسمم الغذائي

الجدارة: المطلوب أن يقوم المتدرب بالتعرف على أنواع التسمم الغذائي، وكيفية تجنب أو علاج الفساد الذي يمكن أن ينتج عن وجودها.

الأهداف:

- ١- أن يكون المتدرب قادرا على التعرف على أنواع التسمم الغذائي.
 - ٢- التعرف على كيفية علاج أو تجنب أخطارها.
- مستوى الأداء المطلوب:** أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٨٪.

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة: ٣ ساعات.

الوسائل المساعدة:

- ١- استخدام اللوحات الإرشادية.
- ٢- الزيارات العلمية للمختبرات للتعرف على أحدث الوسائل للكشف عن الأحياء الدقيقة.

متطلبات الجدارة:

- ١- أن يكون المتدرب لديه القدرة والرغبة في التعرف على هذه الكائنات الحية.
- ٢- أن يتبع المتدرب التعليمات الموجهة إليه بالتعامل الصحيح مع هذه الكائنات الحية.

التسمم الغذائي

Food Poisoning

يحدث التسمم الغذائي لملايين البشر يوميا وغالبا ما يكون خفيفاً بدون ظهور حالات مرضية جديدة كما لا توجد إحصائيات سليمة لهذه الأنواع من التسممات وقد يعزى حالات كثيرة من التسممات على أنها إصابة بالبرد أو الأنفلونزا.

يحدث التسمم الغذائي للإنسان عن طريق الغذاء الذي يتناوله والذي يحتوي أحد مسببات المرض

الثلاثة التالية:

١. مسببات ميكروبيولوجية (بكتريا، فطريات، فيروسات، بروتوزوا، وطفيليات أخرى).
٢. مسببات كيميائية (مركبات الزئبق، الزرنيخ، الرصاص وغيرها).
٣. التسمم عن طريق تناول بعض أنواع النباتات السامة مثل الفطر والدا تور أو عن طريق تناول لحوم بعض الأسماك الاستوائية والذبابة القطبية وغيرها من الحيوانات. تؤكل في المناطق القطبية

وأهم مسببات التسمم الغذائي للإنسان وأكثره انتشاراً هو التسمم الغذائي الميكروبي ويقسم هذا

النوع من التسمم إلى مجموعتين رئيسيتين وذلك حسب طبيعة التسمم الذي يحدث وهما:

أ- التسمم الغذائي الذي يحدث عن طريق العدوى الميكروبية

ويحدث ذلك بعد تناول طعام ملوث ببعض أنواع البكتريا أو الطفيليات الحية والتي تتكاثر في أمعاء

المستهلك لهذا النوع من الطعام وتسبب له المرض ومن أهم الأمثلة المعروفة لهذا النوع من التسمم هو:-

- ١- التسمم السالمونيلا Salmonellosis والذي تسببه أنواع من بكتريا *Salmonella*.
- ٢- التسمم الغذائي الشايجيلي والذي تسببه بكتريا *Shigella desnteriae*
- ٣- التسمم الذي تسببه بكتريا *Clostridium perfringens* ومجموعة *Bacillus cereus*.
- ٣- ومن أمثلة عدوى الطفيليات هو مرض الدوسنتاريا الأميبية والذي يسببه طفيل *Entamoeba histoltica*.

ب- التسمم الغذائي الذي يحدث عن طريق تناول السم الميكروبي

وذلك بعد تناول الأغذية التي تحوي سماً (توكسينا) سبق وأن أفرزته بعض أنواع البكتريا أو

الفطريات في الغذاء قبل تناوله. وأن دخول البكتريا أو الفطريات التي تفرز السم ذاتها إلى الجهاز الهضمي

وحتى بأعداد كبيرة بدون السم قد لا تسبب التسمم. وأهم الأمثلة المعروفة على هذا النوع من التسمم هو:

- ١- التسمم البوتيوليني Botulism الذي تسببه بكتريا *Clostridium botulinum*

٢- التسمم الغذائي العنقودي الستافيللي *Staphylococci* الذي تسببه البكتريا المرضية *Staphylococcus aureus* والتسمم بسم الافلاتوكسين Aflatoxin أحد أهم أنواع السموم الفطرية Mycotxins والذي تفرزه أنواع من فطر *Aspergillus flavus* وفطر *Penicillium expansum* وسنقتصر على نوع واحد من كل نوع من أنواع التسممات .

أولاً: التسمم الغذائي بالعدوى

(التسمم الغذائي السالمونيلا)

يحدث التسمم الغذائي السالمونيلا بعد تناول عدد معين من الخلايا الحية من البكتريا التي تسبب هذا التسمم عن طريق الغذاء بالنسبة للإنسان وعن طريق العلف بالنسبة للحيوانات. ويعتبر التسمم الغذائي السالمونيلا من أهم أنواع التسمم الشائعة الانتشار لدى الإنسان وذلك بسبب كثرة حدوثه وخطورته وهو يزداد سنويا حيث يعزى زيادته إلى زيادة السكان وازدياد الحاجة لتناول وجبات طعام أكثر في المحلات العامة وهذا يتطلب زيادة في تداول الأغذية صناعياً من قبل العمال مما أدى إلى قلة الاهتمام بنظافة وحفظ الأغذية في كثير من تلك المجالات.

البكتريا التي تسبب التسمم السالمونيلا

البكتريا التي تسبب التسمم السالمونيلا تسمى *Salmonella* وهي أحد أجناس العائلة *Enterobacteriaceae* التي سبق شرحها. ومن أهم الأنواع التي تسبب التسمم *S. Typhi* حيث يكفي خلية حية واحدة لحدوث التسمم وهناك أنواع أخرى كما هو مذكور بالجدول التالي:

جدول (٢) يوضح أعداد ونوع البكتريا المسببة للتسمم

نوع البكتريا	عدد الخلايا اللازمة لتسبب التسمم
<i>S. megridis</i>	٧ - ١٠ مليون
<i>S. newport</i>	١٥٢٠٠٠
<i>S. bareilly</i>	١٢٥٠٠٠
<i>S. anatum</i>	٤٤,٥ - ٦٧,٢ مليون
<i>S. derby</i>	١٥ مليون
<i>S. typhi</i>	خلية حية واحدة

ويتوقف عدد الخلايا الحية اللازمة لحدوث التسمم على عاملين رئيسيين هما نوع البكتريا وعمر الإنسان (حيث أن أعداد البكتريا اللازمة لإحداث المرض للأطفال والمسنين تكون أقل كثيرا مما هو مبين في الجدول أعلاه).

خصائص بكتريا التسمم السالمونيلا

البكتريا *Salmonella* من النوع الخضري أي لا تكون جراثيم داخلية، عصوية الشكل ، سالبة لجرام ، متحركة بأسواط على كل الخلية من النوع Peritrichous (شكل ١٦) وتفضل النمو والتكاثر في وجود الأكسجين ولكنها تنمو أيضا بانعدامه.



شكل (١٦) الشكل المجهرى لبكتريا *Salmonella typhi*

درجة الحرارة المثلى لنموها ٣٧°م ، ولا تنمو مطلقاً على درجة أقل من ٦°م وتعتبر درجة الحرارة هذه ذات أهمية بالنسبة لحفظ الأغذية ومنع هذه البكتريا من النمو والتكاثر فيها ، ودرجة الحرارة والوقت اللازمين للقضاء على بكتريا التسمم السالمونيلا هي ٦٦°م لمدة ١٢ دقيقة.

درجة الحموضة المثلى لنموها هي المتعادلة أي pH=٧ وقد وجد أن الأغذية ذات الـ pH ٥,٧ - ٥,٥ يكون نمو وتكاثر هذه البكتريا محدودا.

أعراض التسمم

تدخل البكتريا الحية إلى الجهاز الهضمي حيث تتكاثر في الأمعاء وتتسبب بالتهابات بسيطة في الأنسجة المخاطية للمعدة والأمعاء أو قد تحدث أمراض شديدة قد تؤدي بحياة المصاب بعد الدخول إلى

الجهاز الهضمي يعتقد أن البكتريا تبدأ في التكاثر في الأمعاء وتنفذ بين الأغشية الليمفاوية حيث تصيب الطحال والكبد ومن الكبد إلى الغدة الصفراء التي تعتبر وسطاً جيداً لنمو البكتريا وأخيراً تنفذ إلى الدم. وقد تصاب الأمعاء ثانية بواسطة الغدة الصفراء التي تحوي البكتريا التي تصب في الأمعاء تبدأ أعراض التسمم بالآلام معدية معوية، دوخة أو دوار، تقيؤ وإسهال وارتفاع في درجات حرارة الجسم ثم يليها آلام في الرأس وقشعريرة التي يعتقد أن سببها هو القضاء على البكتريا من قبل كرات الدم البيضاء. ويشعر المريض بتعب شديد وعطش بسبب فقدان رطوبة الجسم عن طريق الإسهال والقيء، وأخيراً يكون البراز لونه أخضر ذا رائحة كريهة تشبه رائحة الطيور المتعفنة. تظهر الأعراض بعد ٦- ٢٤ ساعة من دخول الأعداد الكافية من البكتريا الحية إلى الجهاز الهضمي، وفي حالات قليلة قد تظهر الأعراض بعد ٣ ساعات فقط أو تطول تلك الفترة إلى ٧٢ ساعة ذلك حسب العوامل التي تسبب التسمم. تختلف فترة الحضانة لمرض التيفود والتي تتراوح ما بين ٧- ٢١ يوم.

تتراوح فترة المرض بهذا النوع من التسمم ما بين ٥ أيام إلى عدة أسابيع ذلك يعتمد على مدى فعالية العلاج والإجراءات الصحية المتخذة، وأشد مرحلة مرضية تكون ما بين ٢- ٣ يوم وبعدها يتماثل المريض للشفاء عادة وبدون مضاعفات مرضية أو قد يحدث التماثل للشفاء خلال ٢- ٦ أيام من ظهور الأعراض المرضية الشديدة ونسبة الوفيات بسبب التسمم السالمونيلا هي أقل من ١٪.

وقد وجد أن نسبة الذين أصيبوا بالتسمم السالمونيلا والذين يحملون البكتريا لمدة أسابيع إلى أشهر تتراوح ما بين ٢- ٥٪ بينما يحمل من أصيب بحمى التيفود البكتريا لمدة سنوات أو على فترات متقطعة خلال حياته

وفي التسمم السالمونيلا يكون البالغون الأصحاء أكثر مقاومة للمرض من الأطفال والشيوخ خاصة التي تتجاوز أعمارهم ٦٠ عاماً وتكون الإصابة بينهم أطول وأشد

الأغذية ذات العلاقة بالتسمم السالمونيلا

جميع الأغذية تقريباً وخصوصاً عندما تترك تحت الظروف الملائمة لنمو وتكاثر هذه البكتريا وأقل الأغذية احتواءً لهذه البكتريا ونقلها هي الفاكهة وأكثر الأغذية المسؤولة عن نقل هذه البكتريا هي تلك من المصادر الحيوانية فلهوم الخنزير ومنتجاته أكثرها ثم الدواجن ثم البيض ومنتجاته ثم لحوم الأسماك والقواقع واللبن المجفف والأسماك المدخنة والكيك المحتوي على البيض الطري أو الجاف وللأسف لا يمكن معرفة الغذاء إذا ما كان ملوثاً من عدمه لأنه لا يظهر عليه تغيير في اللون أو الطعم أو الرائحة

الوقاية والعلاج من التسمم السالمونيلا

أفضل أساليب العلاج هو الوقاية من انتشار البكتيريا المسببة للمرض وذلك بواسطة اتخاذ أفضل أساليب العناية بالنظافة على المستوى الفردي والجماعي واتباع الطرق الفعالة لمنع تلوث البكتيريا لمصادر الأغذية والشرب ويقترح اتباع الأساليب الوقائية التالية:

١. النظافة والتعقيم في كافة مراحل تداول وتصنيع الأغذية والعلف ومياه الشرب.
٢. القيام بحملات تقييفية للعمال وربات البيوت وكل من له علاقة بتداول الأغذية وتصنيعها بالنسبة للنظافة والتعقيم وأهميتها ومن ثم الطرق السليمة لحفظ الأغذية الجاهزة للاستهلاك منها والطرية.
٣. منع تربية الكلاب والقطط وغيرها من الحيوانات داخل المنازل ويجب القضاء على الضار منها. منع تربية الدواجن والأغنام والأبقار وغيرها من الحيوانات الاقتصادية في المنازل خاصة داخل المدن لأنها تعتبر مصدراً خطراً لنقل هذه البكتيريا إلى الأغذية ومياه الشرب عن الطريق الذباب والبعوض والفئران وغيرها.
٤. تعريض الأغذية الطازجة (عدا الفواكه وبعض الخضروات) على درجات حرارة عالية ووقت كاف لضمان القضاء على بكتيريا التسمم السالمونيلا وغيرها من البكتيريا المرضية ومن الضروري تسخين الأغذية المطبوخة سابقاً والمتروكة لعدة ساعات تحت ظروف ملائمة لنمو تكاثر البكتيريا التي قد لوثت الغذاء ثانية بعد طبخه. وبصورة عامة يقضى على بكتيريا هذا النوع من التسمم بدرجة حرارة ٦٦°م لفترة لا تقل عن ١٢ق أو ٦١°م لفترة ٧٨-٨٣ق.
٥. يمنع من أصيب بمرض حمى التيفود أو من أصيب بالتسمم السالمونيلا أو من كان حاملاً لهما (إلا بعد فحصة وثبوت سلامته من بكتيريا السالمونيلا) من العمل في مجالات تداول الأغذية وتصنيعها.
٦. تحفظ الأغذية المختلفة الطازجة والجاهزة للاستهلاك في الثلاجات على درجة ٦°م أو أقل لأن هذه الدرجة وجدت أنها تمنع نمو بكتيريا التسمم. أو تجفف للحد الذي لا تتمكن البكتيريا من النمو أو التكاثر فيه أو تحفظ بالتمليح أو التسكير لزيادة الضغط الأسموزي خارج خلايا البكتيريا أو تخلل أو تعلق أو يمنع نمو البكتيريا بإضافة مادة حافظة كيميائية أو مضاد حيوي وأحدث الطرق لحفظ الأغذية هي استخدام الإشعاع الذري لأشعة جاما بجرعة تتفاوت ما بين ١٢٠,٠٠٠ إلى ٢٥٠,٠٠٠ Rad .

- العلاج:** إجراء الفحوصات اللازمة والتأكد من البكتيريا التي تسبب التسمم وذلك عن طريق فحص البراز أو أخذ مسحة من داخل الشرج وفي الحالات التي تكون فيها الإصابة شديدة وطويلة يكون بالإمكان إجراء الفحوصات لإيجاد البكتيريا في الدم أو البول أو النخاع وحتى في القيء
- أحياناً. استخدام العقاقير الطبية وأكثرها فعالية هي المضادات الحيوية مثل Chloramphenicol
 - Streptomycin & Tetracycline وقد وجد أن المضادات الحيوية هذه لا تقضي على البكتيريا في الأشخاص الذين يحملون الميكروب ولا تظهر عليهم أعراض المرض.

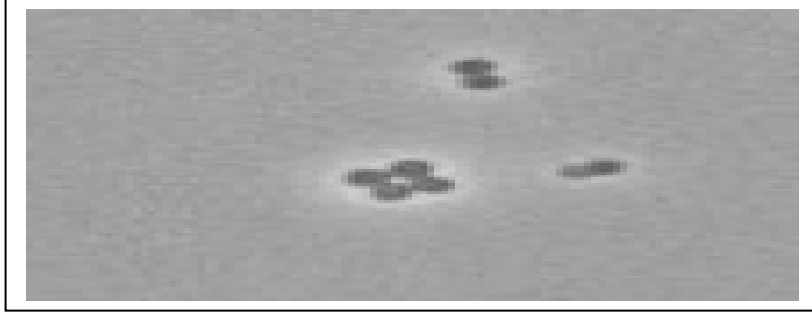
ثانياً: التسمم الغذائي بالسلم البكتيري

التسمم الغذائي العنقودي (الستافلي) Staphylococci food poisoning

تتواجد البكتيريا التي تسبب هذا التسمم في حنجرة وبلعوم الإنسان وعلى شكل دمامل وبثرات حمراء على جلده بالإضافة إلى تواجد هذه البكتيريا في السائل الأنفي أثناء الإصابة بالزكام يعتبر التسمم الغذائي الستافلي من أكثر أنواع التسمم انتشاراً. في هذا النوع من التسمم تنمو البكتيريا المسببة في الأغذية وتفرز السم من النوع Enterotoxin فيها ويحدث التسمم بعد تناول الإنسان لتلك الأغذية، ومن المشاكل المتعلقة بهذا النوع من التسمم أن الأغذية التي تحتوي على مئات الملايين من البكتيريا المسببة للتسمم في الجرام الواحد لا يظهر عليها تغيرات واضحة في النكهة والطعم والمظهر الخارجي، بذلك تكون الأغذية الجاهزة للاستهلاك والمتركة فترة ساعات عديدة تحت الظروف الملائمة لنمو البكتيريا وإفراز السم تكون مصدراً خطراً لتسمم الإنسان، ويعتبر وجود هذه البكتيريا في الأغذية كاشفاً أو دليلاً على تلوث هذه الأغذية بسعال وعطس وأيدي العاملين بتداولها بعد تصنيعها.

البكتيريا التي تسبب التسمم العنقودي

تنتمي هذه البكتيريا إلى جنس *Staphylococcus* والنوع المرضي المسئول عن إحداث التسمم والدمامل والبثرات الجلدية ومرض التهاب الضرع في الأبقار Masititis هو *Staphylococcus aureus* ويفرز عدداً من السموم التي يرمز لها (A)(B)، (C)، (D)، (E)، فبعض أنواع من هذه البكتيريا تنتج أكثر من سم واحد شكل البكتيريا كروي أو بيضاوي، غير متحركة وتظهر على هيئة تجمعات عنقودية أو على شكل أزواج أو في صورة سلاسل صغيرة، موجبة لصبغة جرام، تنمو في وجود الأكسجين الحر أو تنمو كذلك بانعدامه ولذلك تعتبر هوائية اختيارية (شكل ١٧)

شكل (١٧) الشكل المجهرى لبكتريا *Staphylococcus aureus*

العوامل التي تؤثر على نمو البكتريا وإنتاج السم

١- درجة الحرارة

تنمو وتنتج السم على درجات حرارة تتراوح ما بين ١٩ - ٣٥°م والحد الأدنى لنمو البكتريا فقط يتراوح ما بين ٦-١٠°م والحد الأعلى يتراوح ما بين ٤٤-٤٦°م وتبدأ في الموت عند درجة حرارة ٤٩°م ويمكن القضاء عليها في الأغذية (بتركيز مليون بكتريا لكل جرام أو سم^٢) بالمعاملة على درجة حرارة ٦٦°م لمدة ١٢ دقيقة

٢- قيمة الحموضة pH

تفضل البكتريا النمو والتكاثر في الوسط الغذائي المتعادل (7=pH) وتنمو ببطء في ٤,٧pH كحد أدنى، ٩,٤٥ كحد أعلى أما بالنسبة لإفراز السم فقد وجد أن pH الوسط الغذائي يجب أن لا يقل عن ٥,١٥ أو يزيد عن ٩.

٣- نسبة كلوريد الصوديوم

تنمو البكتريا بوجود نسبة ٥- ١٠٪ ملح الطعام وتنمو جيداً ولكن بدون إنتاج السم في نسبة ٧,٥ ولا تنمو في نسبة ١٥- ٢٠٪.

أعراض التسمم

تبدأ أعراض التسمم المرضية بعد فترة تتراوح ما بين ١/٢ - ٧ ساعات غالباً ما تظهر بفترة ٢- ٤ ساعات بعد تناول الأغذية التي تحتوي على السم. وتبدأ الأعراض على هيئة زيادة في سيلان اللعاب ويلى ذلك غثيان النفس ثم تقيؤ وآلام تشنجية في المعدة والأمعاء ويلى هذه الأعراض إسهال وإنهاك في القوى. وقد تكون الحالة المرضية خفيفة أو حادة ويعتمد ذلك على كمية السم المتناولة. وعلى مناعة الشخص، وفي الحالات الحادة يحدث جفاف في سوائل الجسم وقد يقترن مع الإسهال والقيء خروج الدم وآلام شديدة في

الرأس وقشعريرة ولكن بدون حمى فترة المرض عادة تستمر لساعات ولا تطول أكثر من ١ - ٢ يوم وغالباً ما يشفى المريض بدون مضاعفات مرضية جانبية

الأغذية ذات العلاقة

تنمو البكتريا التي تسبب هذا التسمم في كافة الأغذية الملائمة لنموها من حيث احتوائها على الرطوبة المناسبة والأكسوجين وما تحتاجه البكتريا من عناصر غذائية. وتحمل البكتريا النمو والتكاثر في وجود نسب معينة من الأملاح وقلة الرطوبة والأكسجين.

الأغذية التي تعتبر مسئولة عن تسبب التسمم هو:

١- لحوم الخنزير ومنتجاته نظراً لاحتوائها على حوالي من ٢ - ٣٪ ملح الأمر الذي يشجع هذه البكتريا على النمو والتكاثر وإنتاج السم.

٢- الفطائر المحشية بمنتجات الألبان أو البيض أو لحوم أو حلويات والحلويات المحشية بمنتجات الألبان.

٣- خلطات الأغذية التي تحتوي على اللحوم أو لحوم الدواجن والبطاطس والجبن مثل سلطة البيض والبطاطس والمكرونه. وسبب كثرة انتشار التسمم الغذائي الستافيللي بهذه الأغذية هو حدوث التلوث عن طريق العاملين في تحضيرها وتداولها بعد إجراء المعاملات الحرارية على بعضها وعدم وضعها في الثلاجات بعد تحضيرها وتركها في الجو الخارجي للغرف الأمر الذي يساعد على نمو وتكاثر البكتريا.

الوقاية والعلاج من التسمم الستافيللي

- ١- حفظ الأغذية الجاهزة في الثلاجات على درجة حرارة لا تزيد عن ٦°م لأن بتركها تحت الظروف الملائمة تنمو البكتريا فتفرز السم وبذلك تصبح مصدر تسمم للإنسان.
- ٢- يجب تسخين الأغذية المسئولة عن نقل السم إلى درجة حرارة ٧٠°م أو أكثر ويجب أن تكتسب أبرد نقطة في الغذاء هذه الدرجة من الحرارة حيث نتمكن من القضاء على البكتريا المسببة للتسمم على هذه الدرجة وكذلك نقضي على بعض البكتريا الخضرية المرضية الأخرى.
- ٣- عدم السماح للبكتريا المسئولة عن هذا التسمم بالنمو والتكاثر تحت الظروف الملائمة ولو لفترة ساعات قليلة حتى لا تكون السم حيث إنها إذا أفرزت السم يكون من الصعب التخلص منه أو إبطال

فعاليتها عن طريق الطبخ الاعتيادي حيث أن السم لا يتأثر بدرجات الحرارة العالية، والجدول التالي يبين تأثير درجة الحرارة والوقت اللازمين لإبطال مفعول ٥٠٪ من فعالية السم الستافيللي (B) النقي وغير النقي. الجدول التالي يبين تأثير درجة الحرارة والوقت اللازمين لإبطال مفعول السم (جدول - ٣).

جدول (٣) يوضح تأثير درجة الحرارة والوقت اللازم لإبطال مفعول السم

الوقت بالدقائق		درجة الحرارة بالمئوي
السم غير النقي	السم النقي	
٢٠٤	٢٠٤	٦٠
١٤	١٢	٨٠
٣٧	٢٤	١٠٠
١٧	١٦	١١٠

٤- النظافة التامة والدقيقة للأشخاص العاملين في تصنيع وتجهيز وتداول الأغذية. يجب تنظيف وتعقيم الأيدي قبل البدء بتداول ومس الأغذية. وكذلك على العاملين في مجالات الأغذية عدم تنظيف أنوفهم أو السعال أثناء العمل وتعتبر الأنوف أكبر مصدر لهذه البكتيريا.

٥- عدم السماح لمن لديهم جروح أو خدوش ملتهبة أو دمامل خاصة على أيديهم من مس الأغذية وذلك لمنع انتقال البكتيريا التي تسبب التسمم من الانتقال لهذا الأغذية.

٦- من الممكن القضاء على هذه البكتيريا التي تسبب التسمم الستافيللي وغيرها من البكتيريا المرضية وذلك بإضافة مقدار يتراوح من ١٥ - ٢٠٪ من فصوص الثوم الطري مفروما مع اللحوم وكذلك إضافة سوربات الصوديوم أو بنزوات الصوديوم بنسبة ٠,١٪ إلى حشو الفطائر من منتجات الألبان وجد أن تلك المعاملة تمنع نمو البكتيريا.

لا توجد عقاقير فعالة لإيقاف التسمم العنقودي بعد ظهور أعراضه. وبما أن الخطر في هذا النوع من التسمم هو احتمال حدوث الجفاف الجسماني نتيجة لفقد الجسم السوائل عن طريق القيء والإسهال وبذلك يختل التوازن المائي والملحي في الجسم لذا من الممكن حقن المريض أو المصاب بمحاليل ملحية بنسب وكميات تتفق مع العمر وحدة التسمم وحسب ما يقترحه الطبيب المختص ولا يوجد داع لعمل غسيل المعدة في هذا النوع من التسمم.

أسئلة

أجب عن الأسئلة الآتية :

١. إلى أي عائلة تتبع البكتريا المحدثه للتسمم السالمونيلا ؟
٢. ما هي الأعداد الكافية من كل نوع من البكتريا المحدثه للتسمم السالمونيلا ؟
٣. اذكر خصائص البكتريا المحدثه للتسمم السالمونيلا ؟
٤. ما هي أعراض التسمم السالمونيلا ؟
٥. اذكر الأغذية ذات العلاقة بالتسمم السالمونيلا ؟
٦. اذكر طرق الوقاية من التسمم السالمونيلا ؟
٧. ما هي طرق العلاج من التسمم السالمونيلا ؟
٨. أين تتواجد البكتريا التي تسبب التسمم العنقودي ؟
٩. هل يمكن اكتشاف الغذاء الذي يؤدي للتسمم قبل تناوله ؟
١٠. ما اسم البكتريا التي تحدث التسمم العنقودي صف هذه البكتريا ؟
١١. ما هي العوامل التي تؤثر على نمو و إنتاج السم في التسمم العنقودي ؟
١٢. اذكر أعراض التسمم العنقودي ؟
١٣. ما هي الأغذية التي لها علاقة بالتسمم العنقودي ؟
١٤. اذكر طرق الوقاية والعلاج من التسمم الستافيللي ؟

الأحياء الدقيقة في الأغذية

الفساد الميكروبي

الجدارة: المطلوب أن يقوم المتدرب بالتعرف على أنواع الفساد الميكروبي، وكيفية تجنب أو علاج الفساد الذي يمكن أن ينتج عن نمو ونشاط الأحياء الدقيقة.

الأهداف:

- ١- أن يكون المتدرب قادرا على التعرف على أنواع الفساد الميكروبي
- ٢- التعرف على كيفية علاج أو تجنب أخطارها.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٨٪.

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة: ٣ ساعات.

الوسائل المساعدة:

- ١- استخدام اللوحات الإرشادية.
- ٢- الزيارات العلمية للمختبرات للتعرف على أحدث الوسائل للكشف عن الأحياء الدقيقة.

متطلبات الجدارة:

- ١- أن يكون المتدرب لديه القدرة والرغبة في التعرف على هذه الكائنات الحية.
- ٢- أن يتبع المتدرب التعليمات الموجهة إليه بالتعامل الصحيح مع هذه الكائنات الحية.

الفساد الميكروبي في الأغذية

Food spoilage by microorganisms

الفساد Spoilage

هو أي تغيير يطرأ على المادة الغذائية ويحولها إلى مادة غذائية غير مقبولة من قبل المستهلك. إذا تغيرت خواص الغذاء الطبيعية أو الكيماوية عن طبيعته المألوفة إلى تغيرات غير مقبولة في الشكل أو الطعم أو اللون أو الرائحة مما يجعل الغذاء غير مقبول من الناحية النفسية أو الصحية، والفساد يتحدد بأذواق الناس وعادات الشعوب المختلفة والأمثلة على ذلك مثل أكل المصريين السمك المملح المخلل (الفسخ) الذي يعثره تعفن جزئي ورغم ذلك يكون مقبولاً ويستهلك لدى اليابانيين وتخمير عصير التفاح أو تخمر عصير العنب فهذه تعتبر فاسدة لتلك المجموعة من الناس التي ألفت أن تتناول هذه السوائل طازجة وليس الأمر كذلك بالنسبة للمجموعة التي اعتادت تناولها بعد تخمرها، كما أن هناك تغيرات تحدث في غذاء يعتبر عندها ذلك الغذاء فاسداً في حين لو حدثت هذه التغيرات في نوع آخر من الغذاء لا يعتبر فاسداً مثل حدوث التخمر اللاكتيكي في الألبان المتخمرة وتكوين حامض اللاكتيك يعتبر تغييراً مرغوباً والغذاء جيد في حين حدوث نفس التخمر في الحليب الخام يعتبر الأخير فاسداً. تحلل البروتين في اللحوم بفعل الأحياء المجهرية يعتبر فاسداً في حين تحلله في بعض أنواع الأجبان يعتبر عملية ضرورية لإنضاج الجبن و إعطائه نكهة مميزة

أسباب فساد الأغذية

كثير من الأسباب تؤدي إلى فساد الأغذية منها الخاص بالأحياء المجهرية ومنها ما ليس له علاقة بها وأهم هذه المسببات هي:

١. نمو ونشاط مختلف أنواع الميكروبات في الأغذية كالبكتريا والفطر والخميرة .
٢. نشاط الأنزيمات الموجودة في المادة الغذائية النباتية أو الحيوانية.
٣. التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الغذاء بدون مشاركة الأنزيمات أو الميكروبات
٤. التغيرات الفيزيائية التي تحدث في الأغذية نتيجة بعض المعاملات كالتجميد والتدخين والتجفيف واستخدام الضوء والإشعاع وغيرها.
٥. مهاجمة الحشرات والطيور والقوارض والحيوانات الأخرى للغذاء والتي تسبب فسادها

قابلية الأغذية للفساد

تختلف الأغذية فيما بينها بالنسبة لقابليتها للفساد وذلك تبعاً لتركيبها الكيميائي والفيزيائي و البيولوجي وتقسم الأغذية بالنسبة لهذه الصفة إلى ثلاثة أقسام:

١- مواد سريعة التلف Perishable food

وذلك لاحتواء الغذاء على نسبة عالية من الرطوبة وبالتالي على مواد صلبة قليلة مع توفر المواد الغذائية اللازمة لنشاط الأحياء الدقيقة. ومن أمثلة ذلك الخضر والفاكهة العصيرية كالطماطم والفراولة والأسماك واللحوم والألبان، ومدة حفظ هذا النوع من الأغذية قليلة جداً من بضعة ساعات إلى بضعة أيام قليلة.

٢- مواد بطيئة التلف أو قليلة التعرض للتلف Semi perishable food:

وهي تحتوي على رطوبة أقل ويمكن حفظها لمدة أطول من السابقة وقد يكون لها قشور جلدية سميكة تحميها مثل التفاح والبطاطس والبرتقال ويمكن حفظها من عدة أسابيع إلى شهور قليلة بشرط أن تكون سليمة خالية من التهشم والتلوث الميكروبي.

٣- مواد عديمة التلف Nonperishable food

وهي مواد يمكن تخزينها لمدة طويلة من عدة شهور إلى عدة سنوات باتباع وسائل التخزين المناسبة أي عدم التعرض للحشرات وعامل الحفظ هنا يرجع لقلة الرطوبة بها فيجعل الوسط جافاً فسيولوجياً بالنسبة للأحياء الدقيقة مثل الغلال والحبوب والعدس والحلبة والتمر الجاف

العوامل المؤثرة على فساد الأغذية

تختلف الأغذية بقابليتها على الفساد، وهناك عوامل كثيرة تحدد درجة ونوع الفساد فالفساد الميكروبي للأغذية يعتمد على عدد وأنواع الأحياء الدقيقة التي تلوث الغذاء ونشاط هذه الأحياء يعتمد على صفات الغذاء والظروف المحيطة به.

فهناك أغذية تنتج وتصنع وتسوق تحت شروط صحية رديئة مما يؤدي لتلوثها بأعداد كبيرة من الميكروبات التي تسبب فسادها، في حين أن بعض الأغذية الأخرى تنتج وتحتوي على أعداد قليلة من الميكروبات، وأعداد وأنواع الميكروبات تختلف من غذاء لآخر على حسب نوعه وصفاته وطريقة إنتاجه وتصنيعه وتخزينه وتسويقه هذا علاوة على بعض العوامل الأخرى مثل علاقة التضاد أو تبادل المنفعة بين الميكروبات بعضها البعض وأهم العوامل التي تؤثر على فساد الأغذية هي ما يلي:

أولاً: التركيب الكيميائي للغذاء Chemical composition of food

لكي تنمو الميكروبات على الغذاء لابد من وجود المواد التالية لنموها:

١. مصدر للطاقة

٢. مصدر للنيتروجين

٣. الفيتامينات أو عوامل النمو

٤. الأملاح

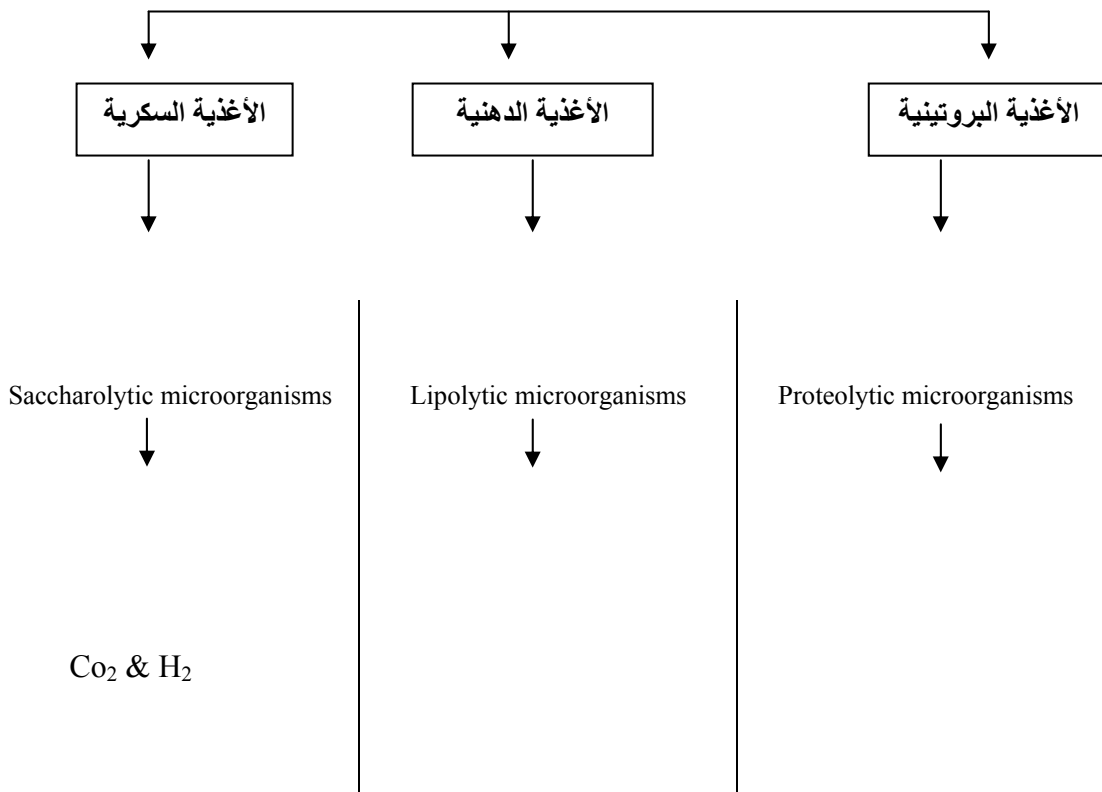
الفطريات تتطلب أقل ما يمكن من هذه الاحتياجات الغذائية تليها الخمائر ثم البكتيريا السالبة لجرام ويليهما البكتيريا الموجبة لجرام كمصدر للطاقة يمكن للميكروبات أن تستغل السكريات و الكجولات و الأحماض الأمينية كمصدر للطاقة وهناك القليل من الميكروبات التي تستطيع أن تقوم بتحليل الكربوهيدرات المعقدة كالنشأ والسليولوز إلى سكريات بسيطة وتستهملها كمصدر للطاقة.

تختلف الميكروبات فيما بينها من حيث قابليتها على تحليل هذه المواد فغالبية البكتيريا تحلل السكريات الأحادية و الثنائية في حين تحلل الكربوهيدرات المعقدة مثل النشا والبكتين والسليولوز يكون بأنواع محدودة من البكتيريا وأنواع كثيرة من الأعفان ولهذا عادة الفواكه والخضر تفسد عادة بفعل الفطريات كما أن معظم البكتيريا تنمو في تركيزات منخفضة من السكر بينما الفطريات والخمائر تنمو في أغذية ذات تراكيز عالية من السكر

الأغذية التي تحوى كمية قليلة من السكر لا يحدث عادة فيها تخمر وإنتاج أحماض بل أساساً يحدث فيها تحلل للبروتين كما في اللحوم، أما الأغذية التي بها كمية متوسطة من السكر مثل الحليب يحدث فيها تخمر وإنتاج حامض. الأغذية التي تحتوى على نسبة عالية من السكر غالباً ما يحدث فيها تخمر كحولي بواسطة الخمائر كعصير الفواكه. والأغذية التي بها سكر بدرجة كبيرة مثل الحليب المكثف المحلى أو الشراب المركز تنمو عليها الأعفان. وليس السكر فقط هو الذي يحدد نوع الميكروب النامي ولكن نوع الكربوهيدرات الموجودة بالغذاء فالميكروبات التي لا تستطيع استعمال سكر اللاكتوز لا تنمو في الحليب والتي لا تحلل السليولوز والبكتين لا تنمو في الفواكه ولا الخضر وهكذا. والدهون ممكن أن تستخدم بواسطة الميكروبات كمصدر للطاقة ولكن هذا المركب يهاجم بأنواع قليلة جداً من الميكروبات في الطعام فتحلل الدهون يجري تحت ظروف هوائية بواسطة بكتيريا أو فطريات تنتج أنزيم الليبيز وتتكون أحماض دهنية بعضها ذو رائحة كريهة مثل حمض البيوتريك وعندها يقال للأغذية الدهنية أو الزيتية بأنها زنخة.

البروتين والأحماض الأمينية يعتبران المصدر الأولي للنيتروجين والتي تقوم الميكروبات التي تحتوي على إنزيمات محللة للبروتين (Proteinases) بالاستفادة منه ، هناك أنواع أخرى وكثيرة من المركبات النيتروجينية التي تقوم بتحليلها أنواع متعددة من الميكروبات كمصدر للنيتروجين فمثلا بعض أنواع من الميكروبات تقوم بالانتفاع بالنucleotides والأحماض الأمينية الحرة بينما أنواع أخرى تقوم بتمثيل الببتيدات والبروتينات. وعامة لوحظ أن المركبات البروتينية البسيطة كالأحماض الأمينية تستغل ويقوم بتحليلها معظم الميكروبات قبل أي هجوم على المركبات المعقدة مثل البروتينات ذات الوزن الجزيئي المرتفع ، بروتين اللحم يتحلل تحت الظروف اللاهوائية ويؤدي ذلك إلى تكوين كبريتيد الهيدروجين والأمونيا ومركبات أخرى كريهة هذا ما يطلق عليه بتعفن اللحوم Putrefaction في حين تحت الظروف الهوائية تتكون بعض الأحماض بدون روائح . تحتاج البكتريا الموجبة لجرام وجود فيتامين B حيث لا تستطيع أن تكونه بنفسها ، أما البكتريا السالبة لجرام والفطريات فلهما القدرة على تكوين العوامل المساعدة للنمو والفيتامينات وعليه تتواجد هذه البكتريا والفطريات في الأغذية التي لا تحتوي على فيتامين B اللحم غنية بفيتامين B والفواكه بفيتامين C وبعض الخضراوات بفيتامين A. (مخطط بيان فعل الأحياء الدقيقة في الأغذية .شكل(١٧).

مخطط يبين فعل الأحياء الدقيقة في الأغذية



ثانياً: درجة الحموضة " تركيز أيون الهيدروجين pH

معظم الميكروبات تنمو جيداً على درجة تركيز أيون هيدروجين $7 (6,6 - 7,5 \text{ pH})$ وقليل منها ينمو تحت رقم pH ٤ والجدول التالي يبين درجة تركيز أيون الهيدروجين العظمى والصغرى لبعض الميكروبات (جدول ٤).

الجدول (٤) يبين درجة تركيز أيون الهيدروجين العظمى والصغرى لبعض الميكروبات.

درجة تركيز أيون الهيدروجين		الميكروب
الكبرى	الصغرى	
٩.٠٠	٤.٤	<i>E . coli</i>
٨.٠٠	٤.٥	<i>Sal . typhi</i>
٠٠	٤.٨ - ٤.٣	<i>St . Lactis</i>
٧.٢	٤.٤ - ٣.٨	<i>Lactobacillus spp.</i>
١١	٢.٠ - ١.٥	<i>Molds</i>
٨.٥ - ٨	٢.٥	<i>Yeasts</i>

البكتيريا لا تنمو على مجال كبير من الـ pH وخصوصاً البكتيريا المرضية منها فلها pH ثابت لا تتعداه ولكن الخمائر والفطريات لها مجال أوسع.

الفاكهة والعصائر والشراب تقع تحت درجة pH أقل مما تنمو عليه البكتيريا وقدرة وقوة الحفظ الهائلة لهذه المواد تعتمد أساساً على درجة pH لها وعموماً تهاجم هذه المواد بواسطة الخمائر والفطريات التي تنمو على درجة pH منخفض أقل من ٣,٥ وتسبب فسادها وهذه الدرجة من الحموضة لا يحدث فيها تسمم غذائي..

اللحوم والأسماك ومنتجاتها لها درجة حموضة من ٥,٦ إلى أكثر وهذه مما تجعل احتمال فسادها بكتريولوجياً أكبر وكذلك فسادها بالفطريات والخمائر. والخضروات لها درجة حموضة أكبر أو أعلى من الفاكهة وعليه احتمال تلوثها وفسادها بالبكتيريا أكثر من الفطريات

ولقد قسمت الأغذية تبعاً لحموضتها إلى أربعة أقسام :

١- أغذية قليلة الحموضة Low acid foods

وهي الأغذية التي تكون فيها قيمة الـ pH أكثر من ٥,٣ مثل الحليب واللحوم والبيض والبسلة

والفول

٢- أغذية متوسطة الحموضة Medium acid foods

وهي الأغذية التي تكون فيها قيمة الـ pH ما بين ٤,٥ ، ٥,٣ مثل بعض الخضار كالسبانخ والقرع.

٣- أغذية حامضية Acid foods

الأغذية التي تكون فيها قيمة الـ pH بين ٤,٥ ، ٣,٧ مثل عصير الطماطم وعصير كثير من

الفواكه.

٤- أغذية عالية الحموضة High acid foods

وهي الأغذية التي تكون فيها قيمة الـ pH أقل من ٣,١ مثل الخل والمخللات وعصير الليمون،

وعموماً أغلب الأغذية التي يستهلكها الإنسان تكون قيمة الـ pH أقل من سبعة كما يتضح من الجدول

التالي (جدول - ٥).

جدول (٥) يوضح العلاقة بين الغذاء ودرجة الـ pH.

الغذاء	درجة الحموضة
اللحوم	٥ : ٦,٢
الأسماك	٦,٦ : ٦,٨
لحوم الدواجن	٦,٢ : ٦,٤
الحليب	٦,٣ : ٦,٥
الفاكهة والخضار	٣ : ٦,٥

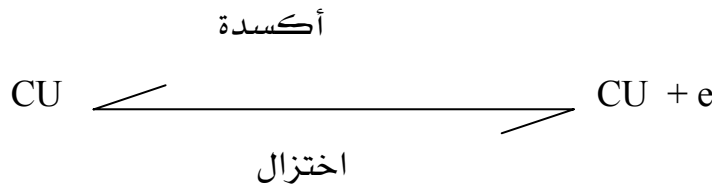
ونمو الأحياء الدقيقة في الأغذية قد يؤدي إلى زيادة حموضتها فمثلاً نمو بعض البكتيريا وتخميرها

للسكريات يؤدي إلى زيادة حموضة الغذاء بسبب تكوينها الأحماض (الألبان المتخمرة) وهذه الحموضة

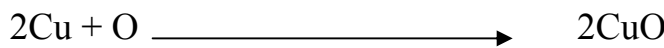
تقي الغذاء من الفساد ذلك لتثبيطها نمو البكتريا المحللة للبروتين لكن في نفس الوقت تشجع نمو الأعفان الذي بدوره يقلل من حموضة الغذاء ويشجع نمو البكتريا ولذلك أنواع الميكروبات الموجودة في الغذاء تؤثر على حموضته. كما أن بعض الأغذية لها قابلية جيدة في مقاومة تغيير رقم أيون الأيدروجين عن بعض الأغذية الأخرى وتسمى المواد الموجودة في تلك الأغذية بالمواد المنظمة Buffers والحليب يحتوي على مواد منظمة جيدة تسمح لنمو بكتريا حامض اللاكتيك لفترة طويلة وهي في حالة تكوين الحامض قبل توقف نموها ، في حين عصير الخضر يحتوي على مواد منظمة ضعيفة ولهذا يحدث تغير في قيمة الـ pH بسرعة كبيرة بعد إنتاج كمية قليلة من الحامض بواسطة بكتريا حامض اللاكتيك.

ثالثاً: توفر الأكسجين (جهد الأكسدة والاختزال) Oxidation- Reduction Potential

من المعروف منذ سنين أن الميكروبات تظهر حساسيات مختلفة حول الأكسدة والاختزال في البيئة التي تنمو عليها. جهد الأكسدة والاختزال في المادة يعبر عنه بفقد أو اكتساب المادة لإلكترون فعند فقد معدن أو مركب إلكترون فتسمى المادة مؤكسدة وعند اكتساب المادة لإلكترون فتختزل.



والأكسدة تحدث أيضا عند إضافة أكسجين كما في التفاعل



وعليه فالمادة التي تعطي إلكترونات فهي مادة مختزلة جيدة والتي تأخذ إلكترونات فهي مادة مؤكسدة. بينما ينتقل الإلكترون من مركب إلى آخر فهناك فرق في الجهد محسوس ما بين المادتين هذا الفرق يمكن حسابه بواسطة جهاز حساس جداً ويقاس بالميليفولت mv .

وكلما كانت المادة عالية التأكسد كلما كان الجهد الكهربائي موجبا وكلما كانت عالية الاختزال كلما كان الجهد الكهربائي سالبا وعندما يكون التأكسد والاختزال متساويان كان الجهد الكهربائي مساويا للصفر وجهد الاختزال والأكسدة يعبر عنه بالمصطلح Eh فالميكروبات الهوائية يلزم لها (Eh) موجبا للنمو مثل جنس *Bacillus* بينما اللاهوائية فقيمة (Eh) لها سالبا مثل جنس *Clostridium* بعض البكتريا الهوائية تنمو في ظروف مختزلة بسيطة وتسمى لذلك *Microaerophilic* مثل جنس *Lactobacillus* و *Streptococcus* هناك بعض البكتريا لها القابلية على النمو في ظروف هوائية أو لا هوائية وعليه تسمى بالاختيارية *Facultative anaerobes* معظم الفطريات والخمائر التي

تنمو على الأغذية هوائية أو اختيارية وبالنظر في قيمة Eh في الأطعمة تجد الأطعمة النباتية وخصوصاً العصائر لها Eh يتراوح ما بين +٣٠٠، +٤٠٠ وعليه تنمو البكتريا الهوائية والفطريات والخمائر وتسبب فساد

كتل اللحم لها Eh حوالي -٢٠٠ بينما اللحم المفروم له قيمة Eh +٢٠٠

والجين من أنواع مختلفة لها Eh سالب يتراوح ما بين -٢٠ و -٢٠٠

رابعاً: درجة الحرارة

تتعرض الأغذية للفساد عند درجة حرارة تتراوح ما بين ٥ إلى ٧٠ درجة مئوية، ودرجة حرارة الغذاء تحدد نوع وعدد ونشاط الميكروبات فيه وبالتالي تحدد نوع الفساد الذي سيحدث، وتقسّم الميكروبات إلى مجاميع حسب درجات الحرارة اللازمة لنموها ونشاطها كما في الجدول التالي (جدول - ٦)

جدول (٦) تقسيم الميكروبات على حسب درجة الحرارة اللازمة لنموها ونشاطها.

أمثلة	درجة حرارة النمو (درجة مئوية)			المجموع
	القصوى	المثلي	الدنيا	
<i>B. stearothermophilus</i> <i>Cl. thermosaccharolyticum</i>	٨٥: ٧٠	٦٥: ٥٥	٤٥: ٣٠	المحبة لدرجات الحرارة العالية إجبارياً Obligate thermopiles
<i>B. coagulans</i> <i>St. thermophilus</i> <i>Mic. lacticum</i>	٥٨: ٥٠	٤٠: ٣٠	٢٥: ٢٢	المحبة لدرجات الحرارة العالية اختيارياً Facultative thermophilus
<i>E. coli</i> <i>Staph. aureus</i> <i>B. subtilis</i>	٤٨: ٣٥	٤٠: ٣٠	١٥: ١٠	المحبة لدرجات الحرارة المعتدلة (وسطية الحرارة) Mesophiles
<i>Pseudomonas</i> <i>Achromobacter</i>	٢٢: ٢٠	٢٠: ١٥	٥ أو أقل	المحبة لدرجات الحرارة المنخفضة إجباري Obligate psychrophiles
<i>Micrococcus</i> <i>Lactobacillus</i>	٣٥: ٣٠	٣٠: ٢٥	٥ أو أقل	المحبة لدرجات الحرارة المنخفضة اختياري Facultative psychrophiles

فمنها ما ينمو على درجات حرارة عالية ومنها ما ينمو على درجات حرارة منخفضة فالخمائر والفطريات غالبيتها لا تنمو عند درجة أعلى من ٣٥ - ٣٧ م° في حين تنمو في الأغذية المخزنة على درجة حرارة الغرفة أو في الثلاجة وتسبب فسادها فهي تفسد اللحوم والبيض والأجبان والفاكهة والخضر المبردة، أما البكتريا فمنها ما ينمو في الأغذية المبردة والمخزنة في الثلاجة (٤ - ١٠ م°) ويفسدها خاصة البكتريا المحبة للبرودة *Psychrophiles* مثل جنس *Pseudomonas* وجنس *Acromobacter* ومنها ما ينمو على درجة حرارة الغرفة (٢٥ - ٣٥ م°) *Mesophiles* مثل غالبية البكتريا المرضية وبكتريا *E. Coli* & *St. lactis* في حين هناك بكتريا محبة للحرارة العالية *Thermophiles* تنمو عند درجات الحرارة العالية مثل *Lact thermophilus*, *Bacillus stearothermophilus*, *Bacillus coagulans* , وغيرها حيث تفسد الأغذية في أشهر الصيف الحارة

خامساً: المستوى المائي أو الرطوبة Moisture content

من الطرق القديمة جداً في حفظ الأغذية هي التجفيف، وهذه الطريقة أساساً تعتمد على إزالة أو ربط الرطوبة (أي عدم وجودها على صورة حرة) بالدرجة التي لا تسمح بنمو الميكروبات على المادة الغذائية. والاصطلاح *Water activity* ويرمز له بالرمز a_w وهي تعبر عن مدى احتياج الميكروبات للمياه. وهذا العامل يطلق على معدل ضغط تبخر المياه في المادة الغذائية إلى معدل ضغط تبخر المياه العادية في نفس درجة الحرارة أي $a_w = P/P_0$ حيث P ضغط تبخر المحلول، P_0 ضغط تبخر المادة المذيبة وعادة هي المياه وهذه المعادلة تستخدم في استخراج الرطوبة النسبية *Relative humidity (RH)* كما يلي $RH = 100 \times a_w$

فالنشاط المائي a_w لمعظم الأطعمة الطازجة يقع فوق ٠,٩٩.

معظم البكتريا التي تسبب الفساد لا يمكن أن تنمو في معدل نشاط مائي a_w أقل من ٠,٩١ بينما الفطريات يمكن أن تنمو في معدل ٠,٨٠ مع استثناء البكتريا المسببة للتسمم مثل *Staphylococcus aureus* تنمو على a_w ٠,٨٦ بينما *Clostridium botulinum* لا تنمو على أقل من ٠,٩٥

الفطريات والخمائر لها مدى واسع من النشاط المائي a_w كما هو الحال في درجة الحموضة أقل قوة للبكتريا هي ٠,٧٥ للبكتريا المحبة للملوحة *Halophilic* بينما الفطريات المحبة للجفاف *Xerophilic* والخمائر المحبة للضغط الأسموزي المرتفع *Osmophilic* تنمو على درجة نشاط مائي a_w ٠,٦٥ ، ٠,٦٠ على التوالي وهناك علاقة ما بين a_w ودرجة حرارة نمو الميكروبات وكذلك التغذية .

أولاً: تقل درجة النمو إذا ما قلت a_w

ثانياً: وجود مواد غذائية ترفع من معدل الـ a_w للميكروب.

أي تغيير في درجة الحرارة ، أو الغذاء يجعل الميكروب ينمو في معدل أقل من الـ a_w

والجدول التالي (٧) يبين النهاية العظمى للنشاط المائي a_w لأهم الميكروبات التي تنمو على الغذاء

النشاط المائي	الميكروب
٠,٩١	<i>Spoilage bacteria</i> أغلب بكتريا الفساد
٠,٨٨	<i>Spoilage yeasts</i> أغلب خمائر الفساد
٠,٨٠	<i>Spoilage Molds</i> أغلب فطريات الفساد
٠,٧٥	<i>Halophilic bacteria</i> البكتريا المحبة للملوحة
٠,٦٥	<i>Xerophilic molds</i> الفطريات المحبة للجفاف
٠,٦٠	<i>Osmophilic yeasts</i> الخمائر المحبة للضغط الأسموزي المرتفع
٠,٩٦	<i>Achromobacter</i>
٠,٩٥	<i>Enterobacter aerogenes</i>
٠,٩٥	<i>Bacillus subtilis</i>
٠,٩٥	<i>Clostridium botulinum</i>
٠,٩٦	<i>E. coli</i>
٠,٩٧	<i>Pseudomonas</i>
٠,٨٦	<i>Staphylococcus aureus</i>
٠,٦٢	<i>Saccharomyces rouxii</i>

سادساً: احتواء الغذاء على مواد مثبطة Inhibitors

تحتوي بعض الأغذية على مواد مثبطة Inhibitors لنمو الميكروبات وتصل هذه المواد إلى الغذاء

من عدة مصادر منها :

١- مواد مثبطة تتواجد طبيعياً في بعض الأغذية مثل الـ Benzoic acid يوجد في نبات التوت البري، واحتواء البيض على الليسوزوم Lysozym والحليب على اللاكتينين Lactenins التي توقف نشاط بكتريا القولون والبكتريا الأخرى، والقرفة تحتوي على مادة طيارة Cinnimic aldehyde أما القرنفل فيحتوي على مادة Eugeno والمادتان لهما مفعول تثبيط الميكروبات Antimicrobial

٢- تكون بعض المواد المثبطة نتيجة نمو الميكروبات في الأغذية فنشاط نوع الأحياء الدقيقة يؤدي إلى تكوين مواد تثبط نمو ميكروب آخر مثل إنتاج المضادات الحيوية من قبل الأعفان، وتتكون أحماض وكحولات فمثلاً تكوين حامض البروبيونيك في الجبن السويسري من قبل بكتريا *Propionibacterium* يوقف نشاط الأعفان فيه وتكوين بعض الكحول في الشراب بواسطة الخمائر يوقف نمو الميكروبات الأخرى، وتكوين المضاد الحيوي النيزين Nisin بواسطة *St. Lactis* في الحليب يمنع نمو الـ *Clostridium* والـ *Staphylococcus* وغيرها وتكوين حمض اللاكتيك يمنع أو يوقف نشاط البكتريا المحللة للبروتين وهكذا.

٣- تصل بعض المواد المثبطة إلى الأغذية من أجل حفظها فتضاف بروبيونات وحمض السوربيك Sorbic acid إلى الخبز لمنع الأعفان المفسدة له من النمو، وكثير من المواد الحافظة تضاف لمختلف الأغذية من أجل تثبيط نمو الأحياء الدقيقة المفسدة لها.

٤- تصل بعض المواد المثبطة إلى الغذاء بالصدفة نتيجة غسل الأواني وأدوات تصنيع الغذاء بالمنظفات والمواد الكيميائية وعدم إزالتها جيداً بالماء أو استعمال مبيدات حشرية في مصانع الأغذية واستعمال المضادات الحيوية لمعالجة الحيوانات المرضية والمبيدات لمكافحة الأمراض النباتية فلقد وجد أن أجزاء من هذه المواد يصل إلى الأغذية وبالرغم من أنها توقف نشاط البكتريا المفسدة في الأغذية إلا أن فيها ضرراً كبيراً على صحة الإنسان ولذا يجب العناية والحيطة في هذه الأمور.

سابعاً: البناء البيولوجي للمادة الغذائية Biological structure

الغطاء الطبيعي لبعض الأغذية يحميها حماية ممتازة ضد دخول ميكروبات الفساد وذلك مثل غلاف الحبة في الحبوب والقشرة في الفاكهة والنقل وجلد الحيوان وقشرة البيض في حالة النقل مثل البيكان والجوز فإن القشرة تمنع دخول كل الميكروبات وإذا جرحت أو خدشت فإن لحم النقل مادة جيدة للتلف بواسطة الفطريات.

القشرة الخارجية للبيض وكذلك الغشاء الرقيق الملاصق لها يحافظان عن دخول كل الميكروبات إلى داخل البيضة إذا ما حفظت البيضة على درجة حرارة ورطوبة مناسبة والخضروات والفاكهة ذات

القشرة أو الغطاء المقطوع أو المخدوش يتعرضان للتلف بسرعة أكثر من تلك التي قشرتها أو غطاؤها سليم.

الجلد الموجود على اللحم و الأسماك يحافظان عليهما من التلف وصناعياً تضاف طبقات واقية إلى بعض الأغذية لحفظها من الفساد ، كإضافة طبقة من الشمع أو البلاستيك إلى التفاح والبرتقال.

ثامناً: بعض المعاملات التي تجرى على الأغذية Food treatments

تجرى بعض المعاملات على الأغذية تغير من خصائصها الفيزيائية والكيميائية وبذلك تؤثر على نمو الميكروبات فيها . فتجميد الأغذية يوقف نشاط كثير من الميكروبات المفسدة له وكذلك التدخين واستعمال الأشعة . أما المعاملة الحرارية للغذاء بالرغم من قضاؤها على كثير من الأحياء الدقيقة إلا أنها تغير في التركيب الكيميائي للغذاء فتجعل المركبات المعقدة سهلة الاستغلال من قبل الميكروبات فهي تعمل على تقطيع الأنسجة وتحرير الماء وتسهيل دخول الأكسجين إلى الغذاء وتحلل كثيراً من الميكروبات الكيميائية وتغير من صفات البروتين (Protein denaturation) وتتكون محاليل غروية في الغذاء كل هذه التغيرات تسهل عمل الميكروبات ، ولهذا الطعام المطبوخ يكون أسرع فساداً من الطعام الطازج زيادة على أن الحرارة تبيد كثيراً من الميكروبات التي قد تنافس الأخرى المفسدة للأغذية

أسئلة

أجب عن الأسئلة التالية:

١. عدد أهم العوامل التي تؤثر على فساد الأغذية ؟
٢. ارسم مخططاً يبين فعل الأحياء الدقيقة في الأغذية ؟
٣. قسم الأغذية تبعاً لحموضتها ؟
٤. ما هو المقصود بجهد الأكسدة والاختزال في المادة ؟
٥. ما هو الجهد الكهربائي للمادة عالية التأكسد ؟
٦. ما هو الجهد الكهربائي للمادة عالية الاختزال ؟
٧. ما هو المقصود بـ Eh موجب و Eh سالب ؟
٨. قسم الميكروبات إلى مجاميع حسب درجات الحرارة اللازمة لنموها ونشاطها ؟
٩. ما هو المقصود بالمصطلح a_w ؟
١٠. اكتب معادلة الرطوبة النسبية وعلاقتها بمعدل النشاط المائي ؟
١١. ما هي المواد المثبطة الطبيعية في الأغذية ؟
١٢. ما هي المواد المثبطة التي تنتجها الميكروبات في الأغذية ؟
١٣. ما هي المواد المثبطة التي تصل إلى أو تضاف إلى الأغذية ؟
١٤. كيف يعمل البناء البيولوجي على عدم فساد الأغذية ؟
١٥. ما هي المعاملات التي تجرى على الأغذية وتؤثر على نمو الميكروبات ؟

الأحياء الدقيقة في الأغذية

الأحياء الدقيقة في الأغذية النباتية

الجدارة: المطلوب أن يقوم المتدرب بالتعرف على أنواع الأحياء الدقيقة في الأغذية النباتية، وكيفية تجنب أو علاج الفساد الذي يمكن أن ينتج عن وجودها.

الأهداف:

- ١- أن يكون المتدرب قادرا على التعرف على أنواع الأحياء الدقيقة في الأغذية النباتية.
- ٢- التعرف على كيفية علاج أو تجنب أخطارها.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٨٪.

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة: ٧ ساعات.

الوسائل المساعدة:

- ١- استخدام اللوحات الإرشادية
- ٢- الزيارات العلمية للمختبرات للتعرف على أحدث الوسائل للكشف عن الأحياء الدقيقة.

متطلبات الجدارة:

- ١- أن يكون المتدرب لديه القدرة والرغبة في التعرف على هذه الكائنات الحية.
- ٢- أن يتبع المتدرب التعليمات الموجهة إليه بالتعامل الصحيح مع هذه الكائنات الحية.

الباب الأول

الأحياء الدقيقة في الفواكه والخضر Microbiology of fruits & vegetables

من المعتقد أن حوالي ٢٠٪ من الفاكهة والخضروات المحصودة لغرض الاستهلاك الطازج تفقد بواسطة الفساد الميكروبيولوجي بواسطة مرض واحد أو أكثر من ٢٥٠ نوع من أمراض التسويق Market diseases وعوامل الفساد المعروفة هي البكتريا، والخمائر، الفطريات، الفيروسات وبعض أنواع من اليركوتسيا. فقبل أن تتضج الخضر والفاكهة قد تصاب بأمراض كثيرة سببها الفطر والبكتريا. أو يحدث تلف لها عند جنيها وجمعها ونقلها نتيجة خدشها مما يزيد فرصة تلوثها. وقد تتلوث بالميكروبات المرضية إذا ما سمدت بمياه المجاري أو السماد الحيواني وبذلك تكون الميكروبات في الفواكه والخضر متنوعة وعديدة ومنها الميكروبات المرضية التي تصيبها وهي على النبات والبكتريا المرضية التي يكون مصدرها السماد الحيواني ومخلفات المجاري والأحياء الدقيقة التي مصدرها التربة ومياه الري والهواء وأن أهم الأجناس التي تتواجد على سطح الخضر والفاكهة هي *Flavobacterium*, *Streptococcus*, *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Entrobacter*, *Lactobacillus*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Sarcina*, *Leuconostoc*, *Bacillus*, *Serratia*, *Chromobacterium*, *Staphylococcus* البكتريا المرضية للنبات مثل *Xanthomonas*, *Erwinia* وبعض الخمائر والأعفان.

العوامل التي تساعد على الفساد الميكروبيولوجي للخضر والفواكه

يحدث الفساد نتيجة عامل أو أكثر من العوامل الآتية:

١- العوامل الفيزيائية

إصابة الفاكهة والخضروات بتلف بسبب مهاجمتها من الحيوانات والطيور والحشرات أو نتيجة الرياح أو الجفاف أو أشعة الشمس وهذا التلف يساعد على إصابتها بالميكروبات وفسادها خلال النقل والتخزين والتسويق.

٢- النشاط الأنزيمي

يستمر هذا النشاط بعد جنيها فيتوفر الأكسجين فتستمر خلايا النبات في التنفس وأداء وظائفها الحيوية ويظهر ذلك بوضوح في الموز حيث يتحول لون القشرة الخارجية من اللون الأخضر إلى الأصفر ثم إلى الأسود نتيجة فعل الأنزيمات

٣- الفساد الميكروبي:

ويكون بسبب فعل الأحياء الدقيقة الممرضة للنبات التي تصيب أي عضو في النبات من ساق أو أوراق أو ثمار أو نتيجة الميكروبات التي تترمم على الفاكهة أو الخضر وتعمل على إفسادها أو تلفها ، وفساد الفاكهة والخضر يتأثر بعوامل كثيرة منها التركيب الكيميائي لكل منها أو الظروف الجوية المحيطة كالرطوبة ودرجة الحرارة وعدد وأنواع الأحياء الدقيقة الموجودة على السطح الخارجي ونوع الغلاف من ٤,٥ المحيط بالثمار ودرجة حموضة الثمار pH فنجده في الفاكهة منخفضاً عن الخضر حيث أنه في الفواكه إلى ٧ ولهذا تكون الأعفان والخمائر مسئولة عن فساد الفاكهة والبكتريا وعن فساد الخضروات ذلك لأن الأعفان والخمائر تتمكن من النمو عند pH منخفضاً وفي تركيز عال من السكر . والجدول التالي يوضح فيه أهم أنواع العفن في الفواكه والخضر (جدول ٨) .

جدول (٨) يوضح أهم أنواع التعفن في الفواكه والخضر.

المسبب	نوع التعفن
يسبب تحلل البكتين ويعمل <i>Erwinia carotorora</i> على نعومة وطراوة الخضر في بعض الأحيان يعطي رائحة ومظهراً مائياً.	التعفن البكتيري الطري Bacterial soft rot
واسع الانتشار في التربة وفي <i>Geotrichum candidum</i> والخضروات التالفة وتساعد على انتشاره ذبابة الفاكهة	التعفن المائي الرخو Watery soft rot
<i>Botrytis cinerea</i> ينمو الفطر في المنطقة المجروحة على هيئة نمو رصاصي اللون	التعفن الرصاصي Gray mold rot
<i>Rhizopus stolonifer</i> ويظهر على هيئة طبقة وبرية قطنية وتظهر الاسبورانجيم السوداء اللون على الخضروات المصابة.	التعفن الريزوبوسي الرخو Rhizopus soft rot
<i>Penicillium spp</i>	التعفن الأزرق Blue mold rot
<i>Aspergillus spp.</i>	التعفن الأسود Black mold rot
<i>Sclerotinia spp.</i>	التعفن البني Brown rot
<i>Phytophthora spp.</i>	التعفن الوبيري أو الزغبي Downey mildew
<i>Trichothecium roseum</i>	التعفن الوردي Pink mold rot
<i>Alternaria sp.</i> اللون يتحول من البني إلى الأسود	التعفن بالالترناريا Alternaria rot

علاوة على ما ذكر يوجد بعض النموات البكتيرية أو تنمو بعض الخمائر على الخضراو أو على الفاكهة فتحدث:

- ١- حموضة أو لزوجة Souring or sliminess نتيجة نمو بكتريا من الجنس *Lactobacillus* ، *Pseudomonas* ، *Coliforms*
- ٢- قد يحدث تخمر كحولي Alcoholic fermentation ويحدث في بعض الفواكه مثل العنب وتحدث بواسطة الخميرة easts.

فساد الفواكه والخضراو المجففة Spoilage of dried vegetables & fruits

تفسد الفواكه والخضراو المجففة بواسطة الفطريات التي يناسبها ظروف التجفيف من حيث قلة الرطوبة ولذا يطلق على هذه الأنواع بالفطريات المحبة للجفاف Xerophilic molds مثل الفطر *Aspergillus glaucus* الذي ينمو عند نشاط مائي $a_w = 0.70$.

كذلك تنمو بعض الخمائر المحبة لتركيز السكر العالي مثل خميرة *Saccharomyces rouxii* وخمائر تابعة للجنس *Zygosaccharomyces* ولجنس *Hanseniaspora* والتي تعزل باستمرار من التين والتمر المجفف حيث تنمو فيها وتحمضها.

فساد الفواكه والخضراو المجمدة Spoilage of frozen vegetables & fruits

تفسد في بعض الأحيان نتيجة نمو بعض الفطريات والخمائر التي تتمكن من النمو والنشاط على درجة حرارة التجميد مثل الفطريات *Penicillium* ، *Geotrichum* ، *Cladosporium* ، *Mucor* ، *Rhodotorula* ، *Candida* ، *Saccharomyces* ، *Torulopsis*.

فساد الفواكه والخضراو المخللة Spoilage of pickled vegetables & fruits

تخلل بعض الخضراو والفواكه وذلك بإضافة ملح الطعام بنسب تتراوح ما بين ٢- ٥% أو ٨ - ١٥% على حسب نوع الخضراو أو الفواكه المراد تخليلها، في بداية عملية التخليل تنمو وتنشط بعض الأجناس من البكتريا غير المرغوبة والتي يكون مصدرها النبات نفسه أو الماء أو التربة مثل الأجناس *Bacillus* ، *Pseudomonas* ، *Enterobacter* ، *Flavobacterium* حيث تكون هذه البكتريا غازات ومواد غير مرغوب فيها خاصة عندما تكون كمية ملح الطعام المضافة قليلة ، بعد هذه الفترة تحدث تخمرات في المخللات أهمها التخمر اللاكتيكي الذي هو أساس عملية التخليل وتقوم به بكتريا حمض اللاكتيك مثل *Leuconostoc mesenteroides* التي تقوم بتخمير السكر الموجود في المادة المراد تخليلها إلى حمض

لاكتيك ، وحمض خليك وايتانول وثاني أكسيد الكربون حيث إنها من النوع المتغاير (غير المتجانس) الاختمار والحموضة المتكونة نتيجة هذه البكتيريا تصل إلى ١٪ (حمض لكتيك)، بعد هذه البكتيريا تنشط بكتيريا أخرى من بكتيريا حمض اللاكتيك تتحمل هذه الدرجة من الحموضة مثل بكتيريا *Lactobacillus brevis, Lactobacillus plantarum* وتتحمل أيضا تركيزا عاليا من الملح وتعمل هذه البكتيريا على تكوين كمية كبيرة من حمض اللاكتيك تصل إلى ٢ أو ٣٪ وهذه الحموضة تلعب دوراً كبيراً في حماية المخلاتات من الفساد وخصوصاً من أنواع البكتيريا المكونة للجراثيم.

أهم أنواع الفساد التي تلحق بالمخللات:

١٠ الخمائر المؤكسدة أو الخمائر الغشائية Oxidative or film or top yeasts

تتمو هذه الخمائر على سطح المخلاتات وتؤكسد حمض اللاكتيك إلى ماء وثاني أكسيد كربون وبذلك تخفض الحموضة وتهيب الظروف لنمو البكتيريا التعفنية وتسبب تلف المخلاتات ومن أمثلة هذه الخمائر *Debaromyces*، جنس *Candida*.

١٢ الخمائر المخمرة أو الخمائر القاعية Fermentative or bottom yeasts

مثل أجناس *Torulopsis, Torulaspora, Brettanomyces, Hansenula* تتمو داخل المخلاتات وتكون كمية كبيرة من الغازات تؤدي إلى طفوالمخللات لأعلى خاصة النوع *Torulopsis caroliniana* الذي يعزل باستمرار من المخلاتات.

١٣ مواد لزجة تتكون في المخلاتات نتيجة نمو أنواع من بكتيريا *Lactobacillus plantarum*.

١٤ اسوداد المخلاتات نتيجة تكوين كبريتيد الهيدروجين الناتج عن نمو *Bacillus subtilis*.

١٥ تهتك أنسجة المخلاتات بفعل الأنزيمات المحللة للبكتين التي تكونها بعض أجناس البكتيريا مثل *Achromobacter, Bacillus* وبعض الأعفان مثل *Penicillium, Alternaria, Fusarium*.

١٦ تكوين غازات مختلفة وأحماض متنوعة نتيجة نمو البكتيريا المكونة للجراثيم وهي *Clostridium, Bacillus*.

فساد العصائر Spoilage of juices

يحتوى عصير الفاكهة على كمية من السكر تتراوح ما بين ٢٪ كما في عصير الليمون و١٧٪ كما في عصير العنب كما أن الحموضة pH تتراوح ما بين ٢,٤ (عصير الليمون)، ٤,٢ (في عصير الطماطم) وأكثر في بعض العصائر الأخرى ولهذا تتمو الأعفان خاصة على سطح العصائر لأنها بحاجة للأوكسجين وكذلك الخمائر. أما البكتيريا فتتمو في العصائر القليلة السكر والحموضة وعند تخزين هذه العصائر

على درجة حرارة الغرفة تحدث التغيرات كما هو موضح بالجدول التالي كالتخمير الكحولي وأكسدة الكحول الناتج وأكسدة الأحماض العضوية الموجودة في الفاكهة خاصة بفعل الخمائر المكونة للأغشية Film yeasts و الفطريات عند توفر الأكسجين .

والخمائر المتوحشة Wild yeasts وهي التي تنمو عادة في العصائر وتنتج كمية متوسطة من الكحول وكمية كبيرة من الأحماض العضوية ، ونمو الخمائر يتم عندما تكون درجة الحرارة أقل من ٣٠ درجة مئوية أما إذا ارتفعت درجة الحرارة إلى ٣٥ م عند ذلك تنشط البكتريا المنتجة لحمض اللاكتيك منتجة الحمض وأحماضاً طيارة أخرى وغير ذلك ، وبما أن كمية السكر في عصائر الخضر قليلة ودرجة الحموضة فيها أكثر ارتفاعاً مما في عصائر الفاكهة (pH من ٥ - ٥,٨ في معظمها) بالإضافة إلى احتوائها على عوامل النمو لذلك تكون البكتريا هي السبب الرئيس لفسادها وتأتي الفطريات والخمائر بالدرجة الثانية .

أما بالنسبة للعصائر المركزة التي تزداد فيها كمية السكر والحموضة فإن تلفها يحدث نتيجة نمو الخمائر والبكتريا المقاومة للأحماض ولتركيز السكر العالي Acid & sugar tolerant microorganisms مثل بعض الأجناس *Leuconostoc, Lactobacillus* وإذا علب العصير المركز فيفسد نتيجة الأجناس المكونة للجراثيم مثل *Clostridium and Bacillus* .

الجدول التالي يوضح أهم التغيرات التي تحدث في عصير الفاكهة الخام المحفوظ عند درجة حرارة الغرفة (جدول - ٩).

جدول (٩) يوضح أهم التغيرات التي تحدث في عصير الفاكهة الخام المحفوظ عند درجة حرارة الغرفة

الميكروب المسبب	نوع التغير
خمائر مخمرة <i>Fermentative yeasts</i> خمائر مكونة للأغشية وأعفان في <i>Film</i> <i>yeasts and molds</i> العصير	تخمير كحولي Alcoholic fermentation
<i>Acetobacter</i> بكتريا الخل	أكسدة الكحول والأحماض الموجودة بالعصير
<i>Lactobacillus Brevis</i> <i>Lactobacillus arabinosus</i> <i>Lactobacillus liechmannii</i> <i>Lactobacillus pastorianus</i> <i>Lactobacillus mesenteroides</i> <i>Microbacterium</i>	تخمير لاکتيكي ، تخمير السكر وإنتاج حامض اللاكتيك وأحماض أخرى Lactic acid fermentation
<i>Lactobacillus pastorianus</i>	تخمير الأحماض العضوية Organic acid fermentation تحول الـ Lactic acid, Malic acid في عصير التفاح إلى Succinic acid . وتحول Lactic acid, Citric acid في عصير الليمون إلى Acetic acid .
<i>Clostridium butyricum</i> <i>Clostridium acetobutyricum</i>	تحول السكر إلى حامض البيوتريك وغازات Butyric acid fermentation
<i>Lactobacillus Brevis</i> <i>Leuconostoc mesenteroides</i> <i>Lactobacillus plantarium</i>	إنتاج لزوجة في العصائر Slime production

الباب الثاني

الأحياء الدقيقة في الحبوب ومنتجاتها

Microbiology of grains and its products

سطح الحبوب يحتوي على آلاف بل ملايين من الميكروبات في الجرام الواحد تتلوث بها أثناء وجودها على النبات وعند حصادها وتجميعها على الأرض وخلال عملية الإنتاج وعند تخزينها وتداولها قبل وبعد الطحن والبكتريا التي تتواجد على الحبوب وفي طحنها هي: *Alcaligenes, Bacillus, Achromobacter, Serratia, Sarcina, Pseudomonas, Flavobacterium, Coliforms, Lactobacillus, Clostridium, Micrococous*. وكذلك تتواجد جراثيم الفطريات مثل *Aspergillus, Penicillium, Caldosporium, Alternaria* ورغم وجود هذه الميكروبات إلا أن الحبوب و الطحين لا يتعرضان للفساد إلا نادراً بسبب انخفاض الرطوبة فيها من (١٣ - ١٥٪) لكن عند زيادة هذه الرطوبة في الطحين تنشط وتتمو الفطريات والخمائر و البكتريا ويحدث تخمر لاكتيكي بواسطة بكتريا حامض اللاكتيك وتخمّر كحولي بفعل الخمائر.

عملية تنظيف الحبوب بغربلتها و تنقيتها وغسلها قبل الطحن ونخلها بعد الطحن تزيل كثيراً من الأحياء الدقيقة كما أن إجراء عملية التبييض للطحين وذلك بإضافة مواد كيميائية مؤكسدة مثل أكسيد النيتروجين أو الكلورين أو كلوريد النيتروسليل أو تراي كلوريد نيتروجين أو بيرو كسيد البنزويل وذلك من أجل زيادة بياض الطحين تمنع نمو الميكروبات في الطحين.

فساد الخبز بالميكروبات Microbial spoilage of bread

تحدث تغيرات عديدة في العجين بعضها ضروري لعمل أنواع مختلفة من الخبز والتخمير الذي يحدث عادة في العجين هو الذي تقوم به بكتريا حامض اللاكتيك *Lactic acid bacteria* وبكتريا القولون ونتيجة لذلك تتكون أحماض في العجين وكلما مضى وقت على العجين كلما زادت حموضته والخبز و المنتج منه يكون حامض كما يحدث في العجين تخمر كحولي بسبب نشاط الخمائر وتكون غاز ثاني وأكسيد الكربون الذي يكون الفقاعات في العجين وفي حالة وجود بكتريا حامض الخليك يتأكسد الكحول إلى حامض الخليك. وأثناء عملية الخبز وبسبب ارتفاع درجة حرارة الفرن تموت أغلب الميكروبات التي كانت في العجين ولهذا الخبز الخارج من الفرن يكون خالياً من الميكروبات إلا من بعض السبورات البكتيرية التي قاومت حرارة الفرن. لكن سرعان ما يتلوث الخبز بالأعفان والبكتريا خلال عملية إنتاجه وتداوله والتي تؤدي إلى فساد. وهناك نوعان شائعان من فساد الخبز أحدهما تسببه الأعفان ويطلق عليه *Moldiness* والثاني تسببه البكتريا ويسمى بالمطاطية *Ropiness* حيث يصبح الخبز مطاطي ولزج ويمكن سحبه على شكل خيوط أو حبال *Rope*.

أولاً: فساد الخبز بالأعفان *Moldiness*

تعتبر الأعفان من أهم الميكروبات المسببة لفساد الخبز وبقية المعجنات *Bakery products*. وتكون حرارة الفرن أثناء عملية الخبز كافية للقضاء على الأعفان وسبوراتها لكن بعد الخبز تتلوث الأرغفة من

الهواء أو من أيدي العمال والأقمشة والأكياس التي يلف فيها الخبز. وأهم الأعفان التي تسبب فساد الخبز والتي تسمى Bread molds ، كما هي المذكورة في الجدول (١٥).

جدول (١٥) يوضح أهم الأعفان التي تسبب فساد الخبز

علامات العفونة	اسم العفن
نمو قطني أبيض فيه نقاط سوداء صغيرة .	<i>Rhizopus nigricans</i> عفن الخبز الأسود
نمو أخضر اللون.	<i>Penicillium expansum</i> <i>Penicillium stoleniferum</i>
نمو بني إلى أسود مع صبغة صفراء تنتشر داخل الخبز.	<i>Aspergillus niger</i>
نمو وردي أو أحمر في الخبز (الخبز الأحمر أو الدموي) Red or bloody bread	<i>Monilia sitophila</i>
نمو زغبي أبيض Fizzy growth	<i>Mucor</i>

والظروف التي تساعد على انتشار هذا النوع من الفساد هي تقطيع الخبز إلى قطع صغيرة بما يساعد على وصول الهواء الضروري لنمو الأعفان كما أن لف الخبز وهو ساخن أو حفظه في أناء محكم الغطاء يؤدي إلى زيادة الرطوبة فيه مما يساعد على نمو الأعفان ولمنع فساد الخبز بالأعفان يجب اتباع الشروط التالية:

١. استخدام الأفران الأوتوماتيكية في إنتاج الخبز.
٢. تهوية الخبز بسرعة بعد خروجه من الفرن باستخدام المراوح (الأوتوماتيكية).
٣. تعريض الخبز للأشعة فوق البنفسجية للقضاء على الأعفان وإضافة مواد كيميائية مثل بروبيونات الصوديوم أو حامض السوربيك بنسبة ٠,٣٪ إلى العجين لكي تمنع نمو الأعفان فيه وفي الخبز.
٤. تخزين الخبز في مكان بارد وجاف لحين الاستهلاك.

ثانياً: فساد الخبز بالبكتريا (المطاطية Ropiness)

يحدث أحياناً عند تخزين الخبز في مكان رطب دافئ ظهور لون بني ولزوجة داخل الخبز مع طعم حامضي ورائحة غير مقبولة وهذا النوع من الفساد يسمى بالمطاطية Ropiness وهي كلمة مشتقة من Rope أي حبل ذلك لأن المادة اللزجة المتكونة يمكن سحبها على هيئة حبال أو خيوط. والبكتريا المسببة لهذا الفساد هي بكتريا *Bacillus subtilis* التي تكون جراثيم قد تكون موجودة في الطحين وحيث أن درجة الحرارة داخل الرغيف أثناء الخبز لا تتجاوز مائة درجة مئوية تبقى هذه السبورات حية وتتمو عند توفر الظروف الملائمة لنموها. تكون هذه المواد اللزجة هو بسبب التحلل المائي لبروتين الطحين بواسطة الأنزيمات المحللة للبروتين التي تفرزها هذه البكتريا والتحليل المائي للنشا بواسطة أنزيمات Amylases وتكوين سكريات تشجع إنتاج المواد اللزجة التي تدخل في تركيب الحافظة Capsule أي المواد اللزجة أساسا هي مواد لتكوين الحافظة Capsular material

العوامل التي تساعد على حدوث هذا الفساد هي:

١. تلوث الطحين والعجين بسبورات البكتريا المسببة لهذا الفساد.
٢. تبريد الخبز ببطء وخرنه في مكان رطب وحرار.
٣. عدم توفر الحموضة الكافية في الخبز ل تمنع نمو هذه البكتريا حيث يتوقف نموها عند $pH=5$ ولمنعه يجب استعمال أدوات نظيفة لمنع التلوث وتبريد الخبز بسرعة وتخزينه في مكان بارد وجاف وإضافة حامض الخليك أو الستريك أو اللاكتيك إلى العجين لزيادة الحموضة حتى $pH=5$ وإضافة مواد حافظة مثل بروبيونات الصوديوم أو حامض السوربيك Sorbic acid إلى الطحين بنسبة (٠,١ - ٠,٣٪) لمنع نمو هذه البكتريا وبنفس الوقت منع نمو الأعفان.

هناك أنواع أخرى من الفساد تحدث للخبز لكنها نادرة الحدوث مثل نمو بكتريا *Serratia marcescens* أو عفن *Monilia sitophila* وتلون الخبز باللون الأحمر حيث يطلق عليه الخبز الأحمر أو الدموي Red or bloody bread كما أن نمو الفطريات الشبيه بالخمائر Yeast like fungi مثل *Trichosporon variable, Endomycopsis fibuliger* يؤدي إلى تكوين بقع طباشيرية بيضاء في الخبز عندها يسمى الخبز الطباشيري Chalky bread بالنسبة للمعجنات مثل الكيك تكون الأعفان هي المسبب الرئيس لفسادها ويمكن منع هذا الفساد بإضافة المواد الحافظة (البروبيونات وحامض السوربيك) أما المكرونة عادة لا تفسد لكن عند زيادة الرطوبة فيها تنتفخ بسبب تكون غاز فيها. نتيجة نمو بكتريا *Entrobacter cloacae* أو قد تتكون خطوط أرجوانية أو حمراء في المكرونة أثناء تجفيفها على الورق بسبب تلوثها بعض *Monilia* يحدث بعض الأحيان تجلد Staling للخبز والمعجنات بسبب تغيرات فيزيائية وليس ميكروبية وتخزين الخبز في المجمدة يمنع حدوث هذه الظاهرة.

الباب الثالث

الأحياء الدقيقة في الأغذية السكرية

Microbiology of sugar moods

تحتوي الأغذية السكرية على نسبة عالية من السكر ولهذا تكون غير ملائمة لنمو أنواع كثيرة من الميكروبات لكن هناك أحياء مجهرية تتمكن من النمو في مثل هذه الأغذية وهي التي يطلق عليها

الأحياء المجهرية المحبة للتركيز العالي من السكر أو المحبة للاسموزية Osmophilicmicro rganisms وكلما انخفضت نسبة السكر في الأغذية كلما زادت أنواع وأعداد الأحياء المجهرية فيها. وفيما يلي الأغذية السكرية:

أولاً: السكروز Sucrose

العصير الخام الذي يستخلص من قصب السكر Sugar cane أو من البنجر Beet يحتوي على أعداد هائلة من الميكروبات تصل إلى الملايين في المليلتر الواحد مصدرها التربة والنباتات ذاتها والماء والأسمدة والهواء وغيرها. ونمو هذه الميكروبات في عصير السكروز يسبب مشاكل كثيرة له ذلك بسبب تكوينها مواد لزجة تعرقل البلورة والتصفية. كما أن الأعفان والخمائر تحلل السكروز إلى سكريات أحادية ومن ثم إلى كحول وأحماض وأهم أنواع البكتريا التي تكون مواد صمغية لزجة في عصير السكروز هي *Leuconostoc mesenteroides* و *Leuconostoc dextranicum* التي تكون مادة الديكستران Dextran وبعض الأنواع التابعة لجنس *Bacillus* التي تكون مادة Levan ، ومادتا الديكستران والليفان عبارة عن سكريات متعددة تدخل في تركيب المواد الصمغية. وكلما زاد تركيز السكر أثناء التصنيع كلما قل عدد الميكروبات إلى أن يصل التركيز إلى ٧٠٪ عندها يتوقف نمو أغلب الميكروبات ما عدا بعض الخمائر.

وأهم الميكروبات التي تتواجد عادة في عصير السكروز والتي تسبب فسادها هي: *Leuconostoc, Saccharomyces, Aspergillus, Bacillus, Candida, Cladosporium, Micrococcus, Pichia, Monilia, Flavobacterium, Zygosoccharomyces, Stemphylium, Achromobacter, Sterigmatocystis, Aerobacier.*

وبعد عملية البلورة والتتقية والتعبئة نجد أن هذا السكر المطروح في الأسواق لا يحتوي إلا على أعداد قليلة من الميكروبات لا تتعدى المئات في الغرام الواحد وأغلبها عبارة عن جراثيم بكتيرية. وفساد السكر نادر الحدوث إلا إذا تعرض السكر للماء وزادت رطوبته عندها تنمو عليه بعض الخمائر مثل *Rhodotorula, Saccharomyces* , وبعض الأعفان مثل *Aspergillus*. أما المواد المتبقية من قصب السكر بعد استخلاص السكر منه والتي يطلق عليها المولاس Molasses فنادر ما تفسد لكن في حالة انخفاض تركيز السكر فيها إلى ٤٥-٥٥٪ عندها تنمو بعض الخمائر مثل *Zygosoccharomyces* وبكتريا *Clostridium butyricum* وتسبب فسادها بتكون غازات وأحماض وكحول. ويستعمل المولاس في السنين الأخيرة كمادة خام لتنمية بعض الأعفان عليه لإنتاج أحماض عضوية وتنمية خمائر من أجل إنتاج البروتين المستخدم في العلائق الحيوانية.

ثانياً: العسل والدبس Honey and date syrup

من أهم مصادر تلوث العسل بالميكروبات هي أمعاء النحلة نفسها فلقد وجد أن الخمائر والبكتريا تصل إلى العسل من أمعاء النحل كما أن الأزهار التي يمتص رحيقها النحل مصدر من مصادر التلوث زيادة على المصادر الأخرى التي تلوث العسل أثناء جنيه وتلقيته وتعبئته. لكن كما هو معلوم العسل ذو رطوبة لا تتعدى ٢٥٪ ذلك بسبب تركيز السكر العالي ٧٠-٨٠٪ كما أن دالة الحموضة فيه منخفضة (pH=٣.٤) ولهذا لا تنمو فيه إلا الميكروبات المحبة لتركيز السكر العالي *Osmophiles* خاصة الخمائر التابعة لجنس *Zygosaccharomyces* مثل *Z. mellis* و *Z. richten* والخميرة من نوع *Torula mellis*. أما الأعفان فغالبيتها لا تنمو على العسل لكن بعض أنواع جنس *Mucor* و *Penicillium* تنمو فيه ببطء شديد. والخمائر والأعفان تنمو عادة على سطح العسل ذلك لأن الطبقة السطحية تمتص رطوبة الجو مما يؤدي إلى انخفاض تركيز السكر فيها وتوفير الرطوبة لنمو الأحياء المجهرية ثم تدريجيا تتطبع هذه الأحياء على التركيز العالي للسكر. تخمر هذه الخمائر سكر العسل لكن ببطء قد يمتد لأشهر وتكون ثاني أكسيد الكربون وكحولا وأحماضا طيارة تعطي نكهة غير مرغوبة في العسل وكذلك يؤدي التخمر إلى اسوداد وبلورة العسل والنتيجة أنه يكون مرفوضا من قبل المستهلك.

بالنسبة للديبس نادرا ما يفسد بسبب التركيز العالي للسكر (٧٠-٨٠٪) كما أنه يستمر على درجة ٨٠ مئوية لعدة دقائق أثناء تعليبه وهذه المعاملة الحرارية تقضى على غالبية الميكروبات ولكن حدوث عيب في العلبه أو عدم كفاءة المعاملة الحرارية عندها يحدث فساد للديبس نتيجة تكوين أحماض وكحول وغازات فيه تؤدي إلى انتفاخ العلبه وهذا يحدث بسبب نمو الميكروبات وتخمرها للسكريات وخاصة الخمائر المحبة للتركيز العالي من السكر من جنس *Zygosoccharomyces*.

ثالثاً: المربيات والحلوى jams and candy

كما هو الحال في الديبس والعسل تحتوى المربيات على تركيز عال من السكر (٧٠٪) زيادة على ذلك تبستر عند درجة حرارة ٨٠-٩٠ درجة مئوية لعدة دقائق وهذان العاملان كافيان لمنع نمو كثير من الميكروبات لكن أي عيب في لحم العلب أو عدم الدقة في المعاملة الحرارية يهيئ الظروف لنمو بعض الأعفان والخمائر التي تخمر السكريات وتكون الأحماض والغازات التي تؤدي إلى انتفاخ العلب ومن أمثلة الأعفان التي تنمو في المربيات *Aspergillus*, *Penicillium* والتي تنمو على الطبقة السطحية لحاجتها للهواء ولتوفر الرطوبة أكثر عند الطبقة السطحية.

كما وجد أن العفن *Byssochlamys fulva* يتحمل الحرارة التي تبستر عندها المربيات ولهذا ينمو فيها ويسبب فسادها.

تحتوي بعض الحلوى المباعة في الأسواق خاصة المحشية منها على مئات من الميكروبات في الغرام الواحد ومصدر هذه الميكروبات مواد الحشوة نفسها والهواء والأدوات والعمال أثناء تصنيع وتداول الحلوى والحلوى المحشية تفسد بسبب نمو البكتريا اللاهوائية *Clostridium* داخل الحشوة حيث تنتج كمية كبيرة من الغاز يؤدي إلى انفجار الحلوى خاصة إذا كانت الطبقة المحيطة بالحشوة رقيقة.

أسئلة

أجب عن الأسئلة التالية :

- ١- اذكر بالتفصيل العوامل التي تسبب فساد الخضر والفاكهة الطازجة ؟
- ٢- ما هو التعفن البكتيري الطري - اذكر اسم الميكروب المسبب ؟
- ٣- اذكر اسم الميكروب المسبب في كل مما يلي:
 ١. التعفن المائي الرخو ؟
 ٢. التعفن الرصاصي ؟
 ٣. التعفن الريزوبوسي الرخو ؟
 ٤. التعفن الأزرق ؟
 ٥. التعفن الأسود ؟
 ٦. التعفن البني ؟
 ٧. التعفن الوبري أو الزغبي ؟
- ٤- اذكر أهم المكروبات التي تسبب فساد الفواكه والخضر المجففة ؟
- ٥- ما هي أهم أنواع الفساد التي تلحق بالمخللات ؟ مع ذكر الميكروبات في كل حالة ؟
- ٦- اذكر أهم أنواع التغيرات التي تحدث في عصير الفاكهة المحفوظ عند درجة حرارة الغرفة ؟
- ٧- ما هو مصدر تلوث الحبوب ؟
- ٨- ما هي وسائل إزالة التلوث الميكروبي في الحبوب ؟
- ٩- ما هو المواد الكيميائية المضافة للطحين لتبييضه ؟
- ١٠- اذكر التخمرات التي تحدث في الحبوب ؟
- ١١- ما هي أهم الأعفان التي تسبب فساد الخبز ؟
- ١٢- ما هي الظروف التي تساعد على فساد الخبز بالأعفان ؟
- ١٣- ما هي الشروط الواجب اتخاذها لمنع فساد الخبز بالأعفان ؟
- ١٤- اذكر بالتفصيل العيب المسمى بالمطاطية ؟
- ١٥- ما هي العوامل التي تساعد على ظهور عيب المطاطية ؟
- ١٦- اذكر أنواع العيوب الأخرى والميكروب المسبب في كل منها ؟

- أ- الخبز الدموي أو الأحمر ؟
- ب- الخبز الطباشيري ؟
- ج- انتفاخ المكرونة ؟
- د- الخطوط الأرجوانية في المكرونة ؟
١. ما هي أنواع البكتريا التي تكون لزوجة عصير السكر ؟
٢. ما هي المواد التي تنتجها الميكروبات وتعمل على لزوجة محلول السكر ؟
٣. ما هي الخمائر التي تنمو على المولاس ؟
٤. ما هي المواد التي تنتج نتيجة نمو الخمائر على العسل ؟
٥. ما هو مصدر تلوث العسل ؟
٦. ما هو نوع العفن الذي يمكن أن ينمو على المربات ؟

الأحياء الدقيقة في الأغذية

الأحياء الدقيقة في الأغذية الحيوانية

الجدارة: المطلوب أن يقوم المتدرب بالتعرف على أنواع الأحياء الدقيقة في الأغذية الحيوانية، وكيفية تجنب أو علاج الفساد الذي يمكن أن ينتج عن وجودها.

الأهداف:

- ١- أن يكون المتدرب قادرا على التعرف على أنواع الأحياء الدقيقة في الأغذية الحيوانية.
 - ٢- التعرف على كيفية علاج أو تجنب أخطارها.
- مستوى الأداء المطلوب:** أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٨٪.

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة: ٦ ساعات.

الوسائل المساعدة:

- ١- استخدام اللوحات الإرشادية.
- ٢- الزيارات العلمية للمختبرات للتعرف على أحدث الوسائل للكشف عن الأحياء الدقيقة.

متطلبات الجدارة:

- ١- أن يكون المتدرب لديه القدرة والرغبة في التعرف على هذه الكائنات الحية.
- ٢- أن يتبع المتدرب التعليمات الموجهة إليه بالتعامل الصحيح مع هذه الكائنات الحية

الباب الأول

الأحياء الدقيقة في اللحوم

Meat microbiology

تتعرض اللحوم المذبوحة لكثير من التغيرات التي تحدث بفعل الأنزيمات الموجودة بها طبيعياً وأيضاً بواسطة الميكروبات المختلفة الملوثة للسطح بالإضافة إلى أن الدهن يكون عرضة للتأكسد الكيميائي أو التزنخ. بالنسبة للتغيرات التي تحدث بفعل الأنزيمات وهي يطلق عليها Autolysis يكون مناسباً ومرغوباً فيه كما يحدث من عملية Tenderizing تطرية اللحوم حيث تجرى في جو الثلجات وتحمل التأثير على بروتينات العضلات والأنسجة الرابطة وقد يحدث تحلل بسيط للدهن وزيادة التحلل الذاتي يطلق عليه Souring نسبة لتكون بعض الأحماض ولو أن هذا الاصطلاح يكون غير صحيح نظراً لأن أغلبه راجع لتحلل البروتينات إلا أنه لا يمكن اعتباره إلا نوعاً من الفساد.

ويمكن القول أن التحلل الذاتي للبروتينات بواسطة الأنزيمات الموجودة طبيعياً باللحم يساعد الميكروبات في الابتدء والشروع في النمو لأنه يوفر لها المركبات النتروجينية البسيطة السهلة المهاجمة عن البروتين الذي يكون في أغلب الأحيان في صورة غير قابلة للاستفادة منه لكثير من الميكروبات.

وتحتوي اللحوم الحمراء على العناصر الغذائية اللازمة لنمو معظم الميكروبات، كما أن رطوبة هذه اللحوم ملائمة للنمو وحموضتها pH تقع ضمن الحدود الملائمة لنمو أغلب الميكروبات كما يتضح من الجدول التالي:

العوامل المؤثرة على النمو في ذبائح البقر

مصادر النيتروجين كبروتين (١٨,٠٪)، الماء الكريون ككربوهيدرات (صفر٪)، رماد أو معادن (٠,٩٪)، الماء (٦,١٪)، الدهون (٢١٪)، فيتامين الثيامين (٠,٠٨ ملجم/١٠٠ جم)، فيتامين الريبوفلافين (٠,١٦ ملجم/١٠٠ جم)، فيتامين النياسين (٤,٢٢ ملجم/١٠٠ جم)، درجة الحموضة pH (٥,٥-٦,٨)، جهد الأكسدة والاختزال Eh هوائياً على السطح ولا هوائياً في عمق الأنسجة.

مصادر تلوث اللحوم:

العوامل المحيطة بتربية ونقل وذبح الحيوانات وتخزين وتسويق لحومها تعتبر المصادر الرئيسية لتلوث لحوم الحيوانات بالأحياء المجهرية. فعند ذبح الحيوانات وسلخها وتقطيع لحومها تكون معرضة للتلوث من السكاكين والأدوات المستعملة والماء المستعمل لغسل اللحم ومن ملابس العمال وأيديهم وجلد الحيوان

وحوافره وأحشائه المحملة بأعداد هائلة من الميكروبات تساهم في تلويث اللحوم بالإضافة إلى أرضية المكان الذي يذبح فيه الحيوان والمناضد التي يقطع عليها وجدران المذبح وتواجد القوارض والحشرات فيه كلها يمكن أن تكون مصادر التلوث وبعد عملية الذبح والتقطيع فأن عربات النقل التي تنقل بواسطتها اللحوم ومحلات الجزارة غير النظيفة وأدوات الجزار من سكاكين وميزان وأكياس والعاملين أنفسهم في النقل وفي عمليات الجزارة تكون مصادر إضافية للتلوث وتختلف شدة تلوث اللحوم تبعاً للشروط الصحية المتوفرة أثناء تجهيز وبيع اللحوم فكلما اتبعت الشروط الصحية بصورة صحيحة كلما أبعدها خطر تلوث اللحوم بالبكتيريا التي تفسده وتسبب خسارة اقتصادية.

الميكروبات المنتشرة في اللحوم:

كما ذكرنا سابقاً يعتبر اللحم وسطاً مثالياً لنمو كثير من الأحياء المجهرية لتوفر الرطوبة والمركبات النتروجينية والعناصر الأساسية الأخرى وبعض الفيتامينات وبما أن مصادر تلوث اللحوم تكون مختلفة كالماء والتربة لهذا تتواجد على اللحوم الطرية أنواع كثيرة من الأحياء المجهرية كما بالجدول وتعتبر البكتيريا التابعة لجنس *Achromobacter Pseudomonas* أكثر الأحياء المجهرية انتشاراً في اللحوم، وأثناء الإنتاج تضاف أنواع أخرى من البكتيريا والأعفان (جدول - ١٠).

جدول (١٠) أهم أجناس الأحياء الدقيقة المتواجدة في اللحوم الحمراء

الأعفان Molds	البكتيريا Bacteria
<i>Alternaria, Cladosporium, Geotrichium, Monilia, Mucor, Penicillium, Sporotrichum, Thamnidium.</i>	<i>Pseudomonas, Proteus, Micrococcus, Streptococcus, Sarcina, Leuconostoc, Lactobacillus, Flavobacterium Achromobacter,.</i>

اللحوم المفرومة:

تحتوي على أعداد من البكتيريا أعلى مما هو في القطع الكبيرة ولقد عزي ذلك للأسباب التالية:

- ٠١ تجهيز اللحوم المفرومة من بقايا اللحوم والقطع الصغيرة المتبقية من اللحم ويضاف بعض الأحيان لها أجزاء من الأمعاء أي تحضر من القطع غير الجيدة والتي يكون محتواها عالياً من الأحياء الدقيقة.
- ٠٢ استخدام الطاحونة أو المفرمة Grinder وسكاكين التقطيع تضيف أعداداً من البكتيريا إلى اللحم كما أن عملية الفرمة تعمل على نشر الأحياء الدقيقة إلى جميع نقاط اللحم.

٠٣ اللحم المفروم ذو مساحة سطحية أكبر من قطعة اللحم الكاملة وكما في اللحم المفروم مسامات هوائية كثيرة توفر الأكسجين لنمو الميكروبات الهوائية.

٠٤ في حالة وجود قطعة صغيرة واحدة ملوثة مفرومة مع اللحم ستلوث كل اللحم وتلوث المزرمة وبذلك تلوث اللحم الذي سيفرم بنفس المزرمة.

٠٥ انتشار وتماس الميكروبات بعصارة اللحم أثناء هرسه مما يجعل مناخ النمو أفضل بالنسبة للحوم المصنعة كالمقانق Sausage والبسطرمة والهامبورجر يكون محتواها من الأحياء المجهرية عالية جدا ذلك لاحتكاكها بأيدي وملابس العمال أثناء التصنيع وكثرة لمسها باليد واستعمال أدوات كثيرة وإضافة مواد ثانوية لها مما يزيد من حملها الميكروبي.

بعض أعضاء الحيوان كالكبد والرئة والطحال تحتوي على أعداد كبيرة من الميكروبات لأن هذه الأعضاء تعمل كمرشح للميكروبات أثناء دوران الدم خلالها كما أن درجة الحموضة pH فيها أعلى من بقية اللحم مما يسرع من نشاط الأحياء الدقيقة فيها.

ولقد وضعت كثير من الدول مواصفات بكتريولوجية قياسية للحوم ففي الولايات المتحدة الأمريكية تنص هذه المواصفات على أنه يجب أن لا يزيد العدد الكلي للميكروبات في الغرام الواحد من اللحم عن (١-٥) مليون وأن لا يزيد عدد بكتريا *E. coli* عن (١٠ - ٥٠) في الجرام الواحد.

فساد اللحوم بفعل الميكروبات:

بعد ذبح الحيوان وموته تهاجم أنسجته الداخلية (اللحم) بمختلف الأحياء الدقيقة التي تسبب فسادها ولكي تقلل من فرص تلوث هذه الأنسجة ولإعاقة نمو الميكروبات فيها يجب اتباع الشروط التالية:

١. عدم إعطاء أكل للحيوان لمدة أربع وعشرين ساعة قبل ذبحه وذلك لكي تقلل عدد الأحياء المجهرية في أحشائه وبالتالي تقليل فرص تلوث اللحم من الأحشاء أثناء الذبح والتقطيع.

٢. اتباع طريقة ذبح جيدة وسريعة والعمل على أن تنزف أكثر كمية من الدم من جسم الحيوان لأنه كلما كانت كمية الدم قليلة في جسم الحيوان المذبوح كلما كان تخزينه أحسن وتعرضه للفساد أقل.

٣. عدم ذبح الحيوان وهو مجهد ذلك لأن هيجانه قبل الذبح يؤدي إلى استهلاك كمية كبيرة من الجليكوجين Glycogen وعند الذبح لا تتكون كميات كبيرة من حامض اللاكتيك Lactic acid الذي هو ضروري لخفض درجة الحموضة في اللحوم من (٧,٢ - ٥,٧) وهذه الحموضة تعيق نمو بعض الأحياء في اللحم، والحيوان المجهد أو الهائج يصعب نزف كل دمه أثناء الذبح وبقاء كمية

كبيرة من الدم في اللحم تساعد على نشر البكتريا وأثناء هيجان الحيوان تخرج سوائل كثيرة من الخلايا وتتجمع وتصبح بيئة صالحة لنمو الميكروبات زيادة على أن هيجان الحيوان يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة اللحم وإحداث تغيرات كيميائية تسهل نمو ونشاط الأحياء المجهرية فيه.

٤. سرعة تبريد اللحم بعد الذبح مباشرة لكي تقلل فرص الفساد حيث أن يبرد اللحم إلى درجة الصفر المئوي خلال مدة لا تتجاوز ٢٤ ساعة بعد الذبح

بالإضافة إلى ذلك فإن صفات اللحم الكيميائية والفيزيائية تؤثر على نمو الأحياء الدقيقة فيه فكلما زادت المساحة السطحية للحم كلما زادت فرص التلوث ووجود طبقة دهنية سميكة على سطح اللحم تحد من نمو الميكروبات كما أن درجة حرارة اللحم ورطوبته ودرجة الحموضة فيه وتركيبه الكيميائي كلها عوامل تؤثر على نمو الميكروبات وتسبب فساد اللحوم بمجاميع مختلفة من الأحياء الدقيقة منها هوائية وأخرى غير هوائية على الوجه التالي:

أولاً: فساد اللحوم تحت الظروف الهوائية Aerobic meat spoilage

تفسد اللحوم عند تخزينها تحت الظروف الهوائية بواسطة البكتريا الهوائية والأعفان.

أ- الفساد بسبب البكتريا الهوائية الفاسدة التالية في اللحوم:

١- لزوجة سطحية Surface slime

تنمو أجناس كثيرة من البكتريا على سطح اللحوم وتفرز مواد لزجة بحيث تكون طبقة لزجة مخاطية على سطح اللحم وتتكون هذه الطبقة عادة عندما تصل أعداد البكتريا ٣-٣٠٠ مليون بكتريا في السنتمتر المربع الواحد من سطح اللحم وأهم البكتريا التي تسبب هذه اللزوجة هي التابعة للأجناس *Pseudomonas, Achromobacter, Streptococcus, Leuconostoc, Lactobacillus, Bacillus, Micrococcus.*

٢- التغيرات اللونية:

اللون الأحمر في اللحم يسمى Bloom وهو يتغير إلى اللون الأخضر أو البني أو الرمادي ونتيجة لتكشاف المركبات المؤكسدة مثل البيروكسيدات وكبريتيد الهيدروجين بواسطة أنواع من البكتريا *Lactobacillus & Leuconostoc* من نوع متغايرة الاختمار والأخيرة تسبب اخضرار السجق (المقانع)

٣- التغيرات في الدهن:

تحدث أكسدة كيميائية في الظروف الهوائية في الدهون غير المشبعة ويساعد حدوثها الضوء وآثار النحاس هناك أنواع كثيرة من البكتريا تكون إنزيمات الليبيز التي تحلل الدهون الموجودة في اللحم إلى

أحماض دهنية وجليسرول نتيجة هذا التحلل تتكون أحماض والألديهيدات ذات روائح كريهة وهذا ما يطلق عليه بالتزنخ، ونتيجة لهذه الظاهرة قد يتحول لون الدهن من الأصفر إلى الأخضر ثم الأرجواني والأزرق، والبكتريا من جنسي *Pseudomonas*، *Achromobacter* وبعض الخمائر مسؤولة عن هذه الظاهرة.

٤- تبقع اللحوم:

تحدث تغيرات لونية على السطح وتتكون بقع لونية مختلفة فالبقع الحمراء تحدث نتيجة *Flavobacterium*، *Pseudomonas*، *Synchyanea*، *Serratia*، *Marcescens* واللون الأصفر لميكروبات *Chromobacterium lividum* باللون الأخضر المشوب بالزرقة

٥- الروائح الكريهة والطعم الرديء

نتيجة لنمو البكتريا على السطح وإنتاج أحماض عضوية وغازات تعطي رائحة وطعما كريهين للحوم والأحماض هي من الأنواع الطيارة مثل الفيوماريك والبيوتريك والخليك والبريونيك وهذه نتيجة من نمو الخمائر.

٦- الطعم القديم أو المخزون

الـ *Actinomycetes* مسؤولة عن الطعم العفن أو القذر أو تكسب اللحم رائحة التربة المرشوشة حديثاً بالمياه.

ب- الفساد بسبب الأعفان و الخمائر:

الخمائر عندما تنمو على سطح اللحم وتسبب الريم Sliminess وتحلل الدهن وتتبعث الروائح الكريهة وكذلك يتغير اللون إلى اللون الأبيض أو الكريمي أو الأحمر أو البني وذلك يرجع إلى الصبغات المصحوبة لنمو الخميرة.

أما نمو الفطريات: ربما يسبب:

١- اللزوجة Stickiness لنمو الفطريات وتكوينها لطبقة لزجة على سطح اللحم.

٢- النمو الوبري أو الزغبوي Whiskers

عندما تكون اللحوم مخزنة على درجة حرارة قريبة من التجمد فيحدث كمية محدودة من النمو الميسليومي محدثة نموا زغبيا وبريا أبيض وتسببه فطريات من أجناس *Thamnidium*، *Mucor*، *Rhizopus*

٣- البقع السوداء: تسببها فطر *Cladosporium herbarum*

٤- البقع البيضاء:

وتسببها فطر *Sporotrichum carnis* وهو النوع الشائع الذي يسبب البقعة البيضاء على الرغم من أن الرطوبة تساعد أي فطر كي يعطي مستعمرات بيضاء مثل *Geotrichum* يمكن أن يسبب البقع البيضاء.

٥- البقع الخضراء:

يتسبب عن جراثيم أنواع من البنيسيليوم *Penicillium sp*

٦- هدم الدهون:

أغلب الفطريات لها القدرة على إفراز إنزيم الليبيز الذي يسبب تحلل الدهون ويساعد على أكسدته.

٧- الروائح والنكهة غير المرغوبة:

الفطريات تعطي رائحة ونكهة غير مرغوبة عند النمو وفي بعض الأحيان يعطي هذا العيب اسماً يدل على اسم الفطر المسبب مثل *Thamnidium taint* والبقع التي تتكون على السطح بواسطة الخمائر والفطريات يمكن إزالتها بدون تلف من على السطح، وسوف يحدد مدى وعمق الفساد الناتج على الوقت التي تترك فيه المواد غير المرغوبة المتكونة لتتفد وتنتشر خلال اللحم.

واتساع النمو الميكروبي على السطح يحدث نفاذاً أعمق وبالتالي قد يسمح لكثير من البكتريا الاختيارية أن تنمو بالداخل ببطء.

ثانياً: فساد اللحوم تحت الظروف اللاهوائية Anaerobic meat spoilage

عند تخزين اللحوم تحت الظروف اللاهوائية تعمل البكتريا اللاهوائية إجباراً أو اللاهوائية اختياراً على إفساد هذه اللحوم إما بتكوين حموضة فيها أو تكوين رائحة أو طعم غير مقبولين أو تعفينها كالجدول. فنشاط هذه البكتريا في اللحوم يؤدي إلى تكوين أحماض وغازات مختلفة مثل حامض الفورميك والخليك والبروبيونك والبيوترك والسوكسينيك واللاكتيك وغيرها التي تعطي رائحة وطعماً وحموضة غير مقبولة للحوم. أما عند تحلل البروتين لا هوائياً أي التعفن Putrefaction فتتكون مواد عفنة مثل كبريتيد الهيدروجين (H_2S) الأمونيا (NH_3) الأندول Indole السكاتول Skatole المركبتان Mercaptans وغيرها من الميكروبات المسببة لهذه الظواهر المذكورة في الجدول (١١).

جدول (١١) يبين أنواع الفساد في اللحوم تحت الظروف اللاهوائية والبكتريا المسببة له.

البكتريا المسببة	نوع الفساد
<i>Clostridium, Coliforms</i>	حموضة اللحم Souring
<i>Clostridium, Coliforms, Proteus</i>	طعم ورائحة كريهين Off odor&taste
<i>Clostridium, Coliforms, Proteus</i>	تعفن Putrefaction

حموضة اللحم Souring

يطلق على الرائحة المتخمرة وربما على الطعم أيضا ويرجع ذلك إلى تكوين أحماض مثل الفورميك، والبيوتريك، الخليك وأحماض دهنية وعضوية أخرى مثل اللاكتيك والسكسينيك وهذه الحالة تحدث إما بفعل الإنزيمات الموجودة باللحم طبيعياً في وأثناء فترة التعتيق Aging أو بفعل البكتريا اللاهوائية وإنتاجها لمركبات من الأحماض الدهنية، أو لتحلل البروتين بدون تعفن بواسطة أنواع من البكتريا الاختيارية واللاهوائية ويطلق عليها Stinking sour fermentation والحامض والغاز المتكون الذي يصاحب نمو أنواع من الـ *Clostridium* المكونة لحمض البيوتريك ونمو مجموعة القولون Coliform group على الكربوهيدرات.

التعفن Putrefaction

ويمكن تحديده بأنه هدم لا هوائي يتم أساساً للبروتين مع إنتاج مركبات لها رائحة كريهة مثل كبريتيد الهيدروجين والمركبتان والأندول السكاتول والأمونيا والأمينات وتتكون هذه عادة بواسطة أنواع *Clostridium* اللاهوائية وأنواع عديدة من البكتريا تقع تحت أجناس *Proteus, Pseudomonas, Achromobacter* ويطلق اصطلاح تعفن خطأ على أي نوع من أنواع الفساد يكون مصحوباً برائحة قذرة سواء كان لفعل الهدم اللاهوائي للبروتينات أو لتكسير مركبات أخرى حتى لو لم تكن بروتينية وعلى سبيل المثال مركب التراي ميثيل أمين في الأسماك يوصف على أنه عفن.

النتانة Taint

وهو يطلق خطأ أيضا على كثير من الروائح غير المرغوبة فيها أو الطعم غير المستحب بينما يقصد بهذا الاصطلاح في اللحوم التخمر والتعفن في لحم الهام Ham (فخذ الخنزير المملح).

الباب الثاني

الأحياء الدقيقة بالأسماك Fish microbiology

تعتبر لحوم الأسماك السليمة والحديثة الاصطياد خالية من الناحية العلمية من الميكروبات في حين تحوي حراشف وجلد وخياشيم وأحشاء الأسماك على أعداد هائلة من الميكروبات وتختلف هذه الأعداد، خاصة على جلد السمك باختلاف الظروف المحيطة بنمو وتكاثر الأسماك. بعد موت السمك تنتقل هذه الميكروبات من الجلد والأحشاء والخياشيم إلى اللحم فتلوته، وطريقة انتقال هذه الأحياء درست بواسطة كثير من الباحثين ووجد أن أكبر مصدر لتلوث لحم السمك هي أحشائه، والمواصفات القياسية البكتريولوجية العالمية تنص على أنه يجب أن لا يزيد الأعداد الكلية للبكتريا في لحم السمك على نصف مليون في الجرام الواحد وأعداد بكتريا القولون يجب أن لا تزيد على ٢٠٠ خلية بكتيرية في الجرام الواحد وبكتريا *E. coli* وبكتريا *Staphylococcus aureus* عن ١٠٠ في الجرام الواحد.

والبكتريا المتواجدة عادة على الأسماك تابعة للأجناس التالية:

Pseudomonas, Serratia, Microbacterium, Achromobacter, Sarcima, Vibrio, Flavobacterium, Micrococcus, Bacillus, Photobacterium, Aeromonas Clostridium, Alcaligenes, Escherichia, Corynebacterium, Cytophaga, Lactobacillus, Brevibacterium.

وقد تتلوث الأسماك بأجناس أخرى من البكتريا المرضية كالمونيفلا والعنقوديات المسببات والشيجيلا وغيرها وأكثر هذه الأجناس انتشارا في الأسماك هي جنس *Pseudomonas*, *Achromobacter* فقد وجد في كثير من الأبحاث أن هذين الجنسيتين يكونان أكثر من ٥٠٪ من العدد الكلي للبكتريا على الأسماك.

وأسماك المياه العذبة تحتوي على بكتريا أكثر عددا ونوعاً من الأسماك البحرية بسبب ملوحة مياه البحر الذي لا يلائم نمو كثير من الميكروبات وتنتشر عادة على الأسماك البحرية البكتريا المولدة للضوء Photogenic bacteria مثل *Photobacterium fisheri*, *Photobacterium Phosphoreum* وكذلك جنس *Vibrio* وبعض الأجناس الأخرى التي تتحمل ملوحة مياه البحر.

مصادر تلوث الأسماك:

مصادر تلوث الأسماك كثيرة ابتداءً بالماء الذي يعيش فيه فقد يكون هذا الماء ملوثاً نتيجة رمي مخلفات المجاري فيه ورمي الحيوانات الميتة بالبكتيريا المرضية وبذلك تنتقل هذه البكتيريا بواسطة الخياشيم وخلال الجلد إلى لحم السمك وقد يأتي التلوث من أدوات الصيد كالشباك وأرضية المراكب والصناديق التي توضع فيها الأسماك، كما يساهم الصيادون في تلوث الأسماك بالإضافة إلى التلوث الحاصل نتيجة لتسويق الأسماك في الأسواق غير النظيفة ومن البائعين وطريقة البيع البدائية الرديئة حيث تنتزع أحشاء الأسماك المباعة قرب الأسماك الأخرى وتلوثها أو يوضع السمك كله في حوض ماء واحد، فعندها تلوث السمكة الملوثة الماء وبقية الأسماك الجيدة وتتلأفي ذلك يجب غسل الأسماك بماء الحنفية الجاري كل سمكة لوحدها. كما أن العاملين في صيد وتسويق الأسماك والذين تتواجد على جلودهم بثرات ودمامل قد يلوثوا الأسماك ببكتيريا *Staphylococcus aureus* بالإضافة إلى احتمالية تلوث الأسماك ببكتيريا من المصابين والحاملين لبكتيريا *Shigella* و *Salmonella*.

التيبس الرمي Rigor mortis

هو حالة من تصلب الأنسجة التي تعقب موت السمكة وتبدأ هذه الحالة غالباً بعد الموت بفترة تتراوح بين ١ إلى ٧ ساعات بينما تحدث في الأسماك المذبوحة (التي أجرى ذبحها وهي حية) بعد الذبح بحوالي ٥ - ٢٢ ساعة ويعتبر التيبس الرمي من أهم الأسباب التي تؤخر بدء حدوث التحلل الذاتي Autolysis والتلف البكتيري للأنسجة حيث أن التلف يحدث بعد الخروج من حالة التيبس الرمي، ويستمر التيبس الرمي في الحيوانات الثديية من ٢٠ إلى ١٢٠ ساعة، ويمكن إطالة فترة التيبس الرمي وذلك بالتبريد الجيد للأسماك ويؤثر التبريد أيضاً على النمو البكتريولوجي مما يجعل الهدم يسير ببطء..

فساد الأسماك Fish spoilage

يفسد لحم السمك نتيجة عوامل مختلفة منها التحلل الذاتي Autolysis أو نتيجة تأكسده Oxidation أو بفعل الميكروبات Microbial activity وغالباً ما يكون الفساد نتيجة هذه العوامل الثلاثة مجتمعة معاً، ولحم السمك أسرع فساداً من اللحوم الأخرى بسبب ارتفاع نسبة الرطوبة فيه وليونة أنسجته وسرعة عمل الأنزيمات على هذا النوع من الأنسجة كما أن حموضته نسبياً أقل من حموضة اللحوم الأخرى ودهن السمك أسرع في الأكسدة من دهن اللحم العادي ويبدأ الفساد بعد أن تحدث ظاهرة التيبس Rigor mortis لجسم السمكة وخروج السوائل من داخل الخلايا وتكون وسط ملائم لنمو الأحياء المجهرية. وكلما تأخر حدوث ظاهرة التيبس الجسدي كلما طالت مدة حفظ السمكة بدون

فساد. ويظهر التيبس بسرعة عندما تكون الأسماك مجهدة أو عند عدم توفر الأكسجين وارتفاع درجة الحرارة.

مظاهر فساد الأسماك

ويمكن تمييز السمك الفاسد من الجيد من المظهر الخارجي حيث يفقد السمك لونه الفاتح الطبيعي ويتحول إلى لون داكن بني أو أصفر وتزداد كمية المواد اللزجة على سطحه وفي الخياشيم وعلى الزعانف ويتحول لون الخياشيم من الأحمر إلى الرمادي وتغور العينان إلى الأسفل والعضلات تصبح لينة كثيرة السوائل بحيث لو ضغط عليها بالإصبع تخرج السوائل وينخفض الجزء المضغوط ولا يرجع إلى حالته الأولية وتستعمل مادة Trimethylamine كمقياس لفساد الأسماك، فكلما كانت كمية هذه المادة أكثر، كلما كان الفساد أكبر أو بتقدير كمية الأحماض العضوية الطيارة Volatile organic acids أو بعض المركبات الكيميائية الأخرى التي تتكون نتيجة الفساد مثل كبريتيد الهيدروجين و الأمونيا وغيرها حيث إنه من الصعب إجراء الفحوصات البكتريولوجية لتقدير فساد الأسماك بالسرعة المطلوبة.

العوامل المؤثرة على نوع وسرعة فساد الأسماك

هناك عوامل كثيرة تتحكم بفساد السمك منها:

١- نوع السمك:

تختلف الأسماك بالنسبة لقابليتها للفساد فعادة الأسماك المفلطحة Flat fish أسرع فساداً من الأسماك الأنبوبية ذلك لأن حالة التيبس الجسدي تظهر فيها أسرع لكن هناك بعض الأسماك المفلطحة لا تفسد بسرعة بسبب انخفاض قيمة pH في لحمها ٥,٥ والأسماك الدهنية تفسد بسرعة بسبب أكسدة دهنها والأسماك التي تحتوي على كمية كبيرة من مادة أكسيد الأمين ثلاثي المثل.

Trimethylamine oxide $(CH_3)_3N=O$ تفسد بسرعة بسبب تحول هذا المركب إلى أمين ثلاثي

الميثيل methylamine $(CH_3)_3N$ ذي الرائحة السمكية النتنة Stale fishy.

٢- حالة السمكة عند الصيد:

السمكة التي تكون أحشاؤها مليئة بالغذاء تفسد أسرع من السمكة الجوعانة كما أن السمكة المجهدة التعبانة تفسد أسرع بسبب استهلاك كميات كبيرة من الجليكوجين قبل صيدها وبذلك لا تتكون كميات كافية من حامض اللاكتيك لخفض قيمة pH وإعاقة نمو الميكروبات.

٣- عدد وأنواع الميكروبات:

كلما زادت أعداد الأحياء المجهرية وتنوعت في الأسماك، كلما كان الفساد أسرع، كما لوحظ أنه كلما احتوت السمكة على أعداد أكثر من البكتريا التابعة لجنس *Pseudomonas* كلما كان فسادها أسرع لأن هذه البكتريا نشطة جداً في تحليلها لبروتين ودهن السمك واللحوم بصورة عامة.

٤- درجة الحرارة:

تبريد الأسماك مباشرة بعد صيدها عند درجة حرارة الصفر أو أكثر قليلاً تؤخر فساد الأسماك في حين تركها مخزنة تحت الظروف العادية تفسد خلال ساعات.

بعض المعاملات التي تجرى على الأسماك

تجرى بعض المعاملات على الأسماك من أجل إطالة مدة حفظها مثل التدخين والتعليق والتجفيف والتجميد وإضافة المواد الحافظة والمضادات الحيوية والمعاملة بدرجة الحرارة العالية كما أن نزع أحشاء السمك وتخزينه بدون غسل يسرع من فسادها. في حين خزنها مع أحشائها يكون أفضل كما أن غسل الأسماك ببعض المحاليل المطهرة قبل تخزينها يطيل من فترة تخزينها.

الميكروبات المسببة لفساد السمك:

الميكروبات المتواجدة على جلد الأسماك وفي خياشيمها وأحشائها يكون مصدرها الماء والترية. بعد موت السمك تهاجم هذه الأحياء لحم السمك حيث تتفد خلال الجلد وأغشية الأمعاء وخلال الخياشيم بواسطة الدورة الدموية تنتشر إلى كل أجزاء السمكة حيث تعمل على إفساد السمكة وأهم أجناس البكتريا المسؤولة عن فساد السمك هي: *Serratia*, *Proteus*, *Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Vibrio* وغيرها.

والجنس الأول هو المسئول الكبير عن الفساد، فبكتريا *Pseudomonas perolens* فتسبب فساد السمك وتكوين رائحة الفاكهة Fruity odor أما *Pseudomonas fragi* تسبب رائحة عفنة Putrid odor وبكتريا *Pseudomonas putrefaciens* بسبب قابليتها الكبيرة على تحليل البروتين تعفن Putrefaction تتمكن بسهولة من النفاذ خلال جلد السمك وتسبب فسادها وظهور رائحة البصل أو الفاكهة فيه Fruity oniony spoilage odor.

ولقد وجد أن البكتريا التابعة لجنس *Pseudomonas* تكون أكثر من ٩٠٪ من مجموع البكتريا في السمك الفاسد. بصورة عامة البكتريا المحللة للبروتين Proteolytic bacteria هي التي تسود في السمك حيث تعمل على تحليل البروتين وتكوين مواد عفنة مثل NH_3 , $(\text{CH}_3)_2\text{S}$, H_2S , من الأحماض الأمينية الكبريتية مثل Cysteine, systine, methioine, وتفسد الأسماك

المبردة نتيجة نمو الأجناس المحبة لدرجة الحرارة المنخفضة *Psychrophiles* مثل *Achromobacter*, *Pseudomonas*.

أما الأسماك المحفوظة باستعمال درجات الحرارة العالية فتفسدها البكتريا التابعة لأجناس *Bacillus*, *Clostridium*, *Micrococcus*.

الأسماك المملحة والمدخنة المملحة تفسدها البكتريا المحبة لأملح *Halophiles* من أجناس *Bacillus*, *Vibrio*, *Micrococcus*, *Halobacterium*, *Halococcus* وكذلك بعض أفراد أجناس *Serratia*, *Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Lactic acid bacteria* وبكتريا حامض اللاكتيك وبعض الخمائر و الأسماك المخلة والمحمضة نادراً ما تفسد إلى أن تقل الحموضة فيها إلى حد يسمح بنمو بكتريا حامض اللاكتيك وتفسدها.

الأسماك المشوية والمجففة بسبب قلة الرطوبة فيها تفسد عادة بنمو بعض الأعفان مثل *Aspergillus fischeri*

بصورة عامة الفساد الذي تحدثه هذه الأحياء في الأسماك عبارة عن تحلل البروتين والدهن وتتهتك أنسجة الأسماك بحيث تتحول إلى كتلة هلامية لزجة نصف سائلة وظهور روائح عفنة بسبب تكوين مركبات سامة و عفنة أو تكوين بقع ملونة على الأسماك. الميكروبات في الروبيان والقواقع والأغذية البحرية الأخرى لا تختلف كثيراً عما ذكرناه في الأسماك.

الباب الثالث

الأحياء الدقيقة في لحوم الدواجن والبيض

Microbiology of poultry and eggs

لحم الدواجن:

لحم الدجاج مصدر جيد للبروتين ومصدر جيد للفيتامينات والمعادن ولذلك تنمو على هذه اللحوم البكتريا المحللة للبروتينات حيث تأخذ احتياجاتها من النيتروجين والكربون من البروتينات حيث أن لحم الدجاج لا يحتوي على كربوهيدرات. كما يتضح من الجدول التالي (جدول - ١٢).

جدول (١٢) يوضح تركيب لحم الدجاج

نوع اللحم	ماء (%)	بروتين (%)	دهن (%)	رماد (%)	ثيامين	ياسين	ريبوفلافين
					مليجرام لكل ١٠٠ جرام		
فاتح، بدون جلد، نيء	٧٣,٧	٢٣,٤	١,٩	١,٠	٠,٠٥	١٠,٧	٠,٠٩
غامق، بدون جلد، نيء	٧٣,٧	٢٠,٦	٤,٧	١,٠	٠,٠٨	٥,٢	٠,٢٠

تطبق نفس القاعدة الأساسية للطيور المرتاحة مقارنة بالمشاة هنا كما في الأبقار، يخزن الجللايكوجين في العضلات وبعد الذبح يتحول إلى حامض لاكتيك ويهبط الرقم الهيدروجيني، وإذا استعمل كل أو معظم الجللايكوجين في النشاط أثناء الهيجان تبقى درجة الحموضة مرتفعة بعد الموت درجة الحموضة pH للحم الدجاج تتراوح ما بين (٦,٢-٦,٤) وهذه الدرجة جيدة جداً لنمو الميكروبات وحيث أن المادة الغذائية للحم ممتازة للنمو لذا يجب استعمال درجة الحرارة والشروط الصحية للسيطرة على نمو البكتريا المفسدة خلال تداول وخزن الدواجن النيئة.

الميكروبات في لحم الدواجن

بصورة عامة يمكن القول أن الميكروبات المتواجدة في لحوم الدواجن ومصادر التلوث لا تختلف عما يجري في اللحوم الأخرى. فلحوم الدواجن تتلوث بمختلف الميكروبات أثناء تربيتها ونقلها وذبحها وتقطيعها وتسويقها. ومصادر التلوث هي التربة والماء والهواء والعلف ومن العاملين في حقول تربية الدواجن وفي معامل تصنيع لحومها. والبكتريا التي تنتشر في لحوم الدواجن هي التابعة للأجناس التالية:

Pseudomonas, Flavobacterium, Achromobacter, Micrococcus, Alcaligenes, Coliforms

كما تتواجد بعض أنواع الخمائر التابعة للأجناس: *Torulopsis, Gandida, Rhodotorula* وتفسد لحوم الدواجن المخزنة في الثلاجة عند درجة حرارة أقل من ١٠مئوي بفعل الأنواع التابعة لجنسي *Pseudomonas, Achromobacter* وخمائر *Gandida, Rhodotorula* أما المخزنة عند درجة حرارة أعلى من ١٠مئوي عادة فتفسد بفعل المكورات *Micrococcus* وبدرجة أقل بواسطة *Achromobacter* و *Flavobacterium* وعلامات فساد لحم الدواجن هو تكون طبقة لزجة على جسمها تشترك في تكوينها بكتريا *Alcaligenes* وظهور صبغة مضيئة تسمى Pyoverdin تسببها *Pseudomonas fluorescens* وظهور روائح كريهة عندما يصل عدد البكتريا إلى أكثر من مليونين في السنتيمتر المربع الواحد وظهور بقع ملونة وحدوث تحلل للبروتين وتفتت الأنسجة بحيث تصبح ككتلة هلامية وتستعمل المضادات الحيوية لحفظ لحوم الدواجن لكن ظهر أن هناك سلالات من البكتريا والخمائر مقاومة لهذه المضادات، بحيث تتمكن من إفساد لحوم الدواجن المعاملة بها كما أنها عملية غير اقتصادية وقد تسبب هذه المضادات الحيوية حساسية ضدها.

الميكروبات في البيض

المحتويات الداخلية للبيض تكون خالية من الميكروبات حال وضع البيض من قبل الطيور لكن ما يلبث هذا البيض أن يتلوث ابتداءً من براز الطير نفسه ومن العش و الأرضية وماء الغسيل الذي يغسل فيه ومن الصناديق التي يعبأ فيها ومن أيدي العاملين. وتتمكن الأعفان والبكتريا التي تأتي من هذه المصادر من النمو على القشرة في حالة توفر الرطوبة الكافية ثم تتفد خلال ثقوب القشرة إلى البياض والصفار وتتمو فيها ، حيث الوسط الملائم وذلك لوفرة الماء فيهما والمادة البروتينية والمواد الأخرى المشجعة للنمو بالرغم من قلة الكربوهيدرات. الميكروبات المتواجدة على البيض تكون عادة من الأنواع المحبة للبرودة *Psychrophiles* ذلك لأن البيض يخزن مبرداً بعد وضعه مباشرة، ومن أجناس البكتريا المهمة التي تنتشر على قشرة البيض هي: *Pseudomonas, Flavobacterium, Achromobacter, Micrococcus, Alcaligenes, Streptococcus, Proteus, Bacillus* كذلك تتواجد على البيض بكتريا القولون والأعفان كما يضيف ماء الغسيل القذر أنواعاً أخرى من البكتريا إلى البيض منها المرضية. وبكتريا السالمونيلا *Salmonella* تعزل بكثرة من البيض الطازج والمجفف والمجمد ويعتبر تلوث البيض بهذه البكتريا من المشاكل الكبيرة التي تواجه الباحثين والمسؤولين عن إنتاجه ومسؤولي الرقابة الصحية لما فيه من خطر على المستهلكين.

الرقم الهيدروجيني pH

إن معدل الرقم الهيدروجيني للبيض الموضوع حديثاً هو (٧,٦ - ٧,٩) وقد يصل الرقم الهيدروجيني لزلال البيض (٩,٧) كأقصى قيمة والسبب في ذلك هو فقدان ثاني أكسيد الكربون ويمكن منع هذه الزيادة في القلوية بواسطة خزن البيض الكامل في بيئة من ثاني أكسيد الكربون، مع ذلك يبقى الرقم الهيدروجيني في مدى مثالي لنمو الميكروبات الرقم الهيدروجيني لصفار البيض (المح) الموضوع حديثاً هو (٦,٠) ويرتفع طفيفاً خلال الخزن وقد يصل إلى (٦,٩) إلى (٦,٩).

الفيتامينات:

يوجد فيتامينات ب المركبة في البيض الكامل بزلاله وصفاره مع العلم وأن المحتوى الفيتاميني كاف من ناحية النمو الميكروبي.

المعادن:

يوجد الكالسيوم والفسفور والحديد والصوديوم والبوتاسيوم رماد (جدول - ١٣).

جدول (١٣) يوضح تركيب بيض الدجاج

المكون	الماء (%)	بروتين (%)	دهن (%)	كربوهيدرات (%)	رماد (%)
الكامل	٧٣,٧	١٢,٩	١١,٥	٠,٩	١,٠
الزلال	٨٧,٦	١٠,٩	آثار	٠,٨	٠,٧
الصفار (المح)	٥١,١	١٦,٠	٣٠,٦	٠,٦	١,٧

مصدر الكربون - النيتروجين - Carbon- nitrogen source

يمكن الحصول على الكربون من البروتين ومن الكربوهيدرات. وبطبيعة الحال يحصل على النيتروجين من البروتين. لا تحتاج الأحياء المجهرية إلى الدهون لنموها ولكن قد تسبب الميكروبات تغييرات في المحتوى الدهني.

المثبطات Inhibitors

يحتوي زلال البيض العوامل التالية التي قد تؤثر في النمو الميكروبي:

١٠١ لايسوزيم Lysozyme وهذا أنزيم يحلل جدران خلية البكتريا الموجبة لصبغة جرام.

٠٢ يتحد كل من البيومين Conalbumen مع الحديد والنحاس والزنك وهذا يمنع الأحياء المجهرية من الحصول على هذه المعادن يرتبط افيدين Avidin مع بيوتين Biotin ليجعله غير ميسر للأحياء المجهرية التي تحتاج هذا الفيتامين. يتحد الريبوفلافين (أحد فيتامينات ب المركب) مع الأيونات الموجبة مما يحد من نمو بعض الميكروبات أيضا.

القشرة كحاجز

تحتوي القشرة على مسام مملوءة بمادة تشبه البروتين يمكن هضمها بواسطة أنزيمات البكتريا والأعفان. تملك البيضة الموضوعة حديثاً مظهراً مميزاً بسبب طبقة رقيقة جداً من مادة بروتينية مترسبة على القشرة مباشرة قبل تركها الدجاجة، تتألف القشرة من كربونات الكالسيوم بنسبة ٩٣,٧٪ وكربونات المغنيسيوم بنسبة ١,٣٩٪ وخامس أكسيد الفسفور بنسبة ٠,٧٦٪ ومادة عضوية بنسبة ٤,١٥٪ يقع تحت القشرة غشاؤها لا يزال دوره في الدفاع عن البيضة غير مؤكد.

فلورا الفساد

إن ميكروبات الفساد السائدة تحت ظروف التخزين القياسية هي *Cladosporium, Penicillium, Pseudomonas* وأما البكتريا الشائعة في البيض الفاسد هي *Pseudomonas, Escherichia, Proteus, Alcaligens* وتكون الأعفان أقل أهمية من البكتريا إذا ما خزن البيض بقشرته على نحو لائق، ويوجد تضارب في الآراء حيث أن هناك ما يذكر بأن حوالي ٣/٤ الميكروبات الموجودة أعفان.

خزن البيض الكامل

أ- فحص البيض

يستعمل مصدر ضوء ليظهر محتويات البيضة تبدو العيوب والتعفنات والبيض الملقح.... الخ بوضوح مما ييسر التخلص منها قبل الخزن.

ب- غسل البيض

قد يزيد غسل البيض قبل تخزينه احتمال الفساد ومع ذلك فإذا أريد تصنيع البيض الكامل (بكامله البياض والصفار، إما مجمداً أو مجففاً) فيجب غسل البيض غير المكسور لإزالة السماد من سطح القشرة قبل الكسر يستعمل الماء عند ٣٢,٢-٦٠°م (٩٠-١٤٠°ف) مع منظف ومركب هيبوكلوريت.

ج- الاستقرار الحراري

وفيه تعرض البيضة لمعاملة حرارية عند ٥٤,٤°م (١٣٠°ف) لمدة ١٥ دقيقة وفوائد المعاملة الحرارية هي:

- ١- تسلب الحرارة حيوية البيض الملقح لذلك لا يحدث نمو جنيني.
- ٢- ترسخ هذه العملية البياض السميك وبالتالي فإن التغيير إلى بياض رقيق يحدث بطيئاً.
- ٣- تبستر قشرة البيضة وبناء على ذلك يقتل العديد من الأحياء الدقيقة المفسدة قبل الخزن.

د- ظروف الخزن

إن نقطة تجمد البيض هي -٢ و ٢ م (٢٨° ف) لا يجب خزن البيض بقشرته بأقل من -٢,٢ م (٢٨° ف) قد تستعمل درجات الحرارة -١,٧ إلى ٠,٦ م (٢٩-٢١° ف) عند ٨٠-٩٢٪ رطوبة نسبية، وقد نصح بتركيز ١,٥ جزء بالمليون من الأوزون يجب تجنب التقلبات في درجة الحرارة لمنع الرطوبة من التكثف على القشرة، وعند وضع مثبت فطري على أقفاص الشحن البحري والسطوح والحشوات يثبط نمو الأعفان. والجدول التالي يبين أهم أنواع الفساد في البيض. (كما في جدول ١٤).

جدول (١٤) يوضح أهم أنواع فساد البيض بفعل الميكروبات

المسبب	نوع الفساد
<i>Pseudomonas</i> <i>Achromobacter</i> <i>Proteus</i>	تعفن عديم اللون Colorless rot يسبب بقعاً أو غشاءً يحيط بالصفار بدون لون
<i>Pseudomonas</i>	تعفن أسود Black rot يسبب اسوداد الصفار مع ظهور رائحة كريهة بسبب تكون H ₂ S
<i>Pseudomonas</i> <i>Fluorescens</i> <i>Aeromonas</i>	تعفن أخضر Green rot يسبب لوناً أخضر ناصع في البياض
<i>Pseudomonas</i>	تعفن وردي Pink rot يسبب طبقة وردية في البياض مع راسب متورد في الصفار.
<i>Serratia marcescens</i>	تعفن أحمر (بدون ظهور روائح كريهة) Red rot
<i>Penicillium</i>	بقع ملونة صفراء، خضراء، زرقاء Yellow, blue, spots green يسبب بقعاً صغيرة على القشرة Pin spots
<i>Cladosporium</i>	بقع خضراء داكنة أو سوداء Dark green or black spots
<i>Sporotrichum</i>	بقع وردية Pink spots
<i>Mucor, Rhizopus</i>	نمو زغبى Fuzzy growths

الباب الرابع

الأحياء الدقيقة في الحليب ومنتجاته

Microbiology of milk and its products

عند فحص عينة من الحليب الخام نجد أنها تحتوي على العديد من الكائنات الحية الدقيقة والتي تصل إلى الحليب من مصادر عديدة تبدأ من داخل الضرع وجلد الحيوان ثم الأوعية والأدوات المختلفة التي تستخدم في عمليات نقل وتداول الحليب. ويعتبر الحليب من أنسب البيئات لنمو وتكاثر هذه الميكروبات مما قد يسبب الكثير من المشاكل سواء في الحليب الخام أو بعد تصنيعه (جدول ١٦).

جدول (١٦) يوضح التركيب الكيماوي للحليب البقري

النسبة المئوية	المركب
٨٧	الماء
٣ و ٤	البروتين
٢ و ٧	كازين
٠ و ٧	البيومين وجليولين
٣ و ٨	الدهن
٤ و ٧	سكر الحليب (اللاكتوز)
٠ و ٨	المعادن
٠ و ٣	الفيتامينات ومواد أخرى

مصادر تلوث الحليب الخام

يصل الحليب من الغدد اللبنية إلى ضرع الحيوان السليم وهو بحالة معقمة أي خال من الميكروبات لكن بعد خروجه يتعرض للتلوث من مصادر كثيرة، فهناك بعض البكتيريا تعيش لفترة قصيرة في حلمة الثدي وتأتي من البيئة الخارجية مثل *Escherichia*, *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Micrococcus* وغيرها. ولهذا أول دفعة من الحليب تحتوي على مئات من هذه البكتيريا في المليلتر الواحد وهذه الكمية عادة لا تستعمل. لكن المصادر الأولية لتلوث الحليب هي:

١- الحيوان

هناك كثير من مسببات الأمراض في الماشية تنتقل إلى الحليب إذا مرض بها ومن الحليب إلى الإنسان مثل بكتريا السل *Mycobacterium tuberculosis* التي تسبب مرض السل في كل من الحيوان والإنسان وبكتريا *Brucella abortus* التي تسبب الإجهاض المعدي في الأبقار وتسبب الحمى المتموجة للإنسان والبكتريا العنقودية أو السبحية *Pyogenic streptococci & staphyl* التي تصيب ضرع الحيوان تنتقل إلى الحليب ثم إلى الإنسان. والركتسيا *Coxiella burnetti* التي تسبب حمى كيو Q fever تنتقل إلى الحليب وتسبب الحمى للإنسان ولهذا كله يجب أن تكون هناك رقابة شديدة على الماشية و إبعاد المريض منها عن القطيع وعدم استعمال حليبها كما أن جلد وشعر وحوافر الحيوان تكون مصدراً لتلوث الحليب خاصة بالبكتريا الكروية *Micrococci* ولذا يجب الاعتناء بنظافة الحيوان وغسيل الضرع قبل الحلب.

٢- الجلابون

يجب أن يكونوا أصحاء فالمرضى منهم ينقلون مسببات الأمراض للحليب مثل بكتريا التيفود *Salmonella typhi* وبكتريا الدوسنتاريا *Shigella dysenteriae* وبكتريا الحمى القرمزية Scarlet fever هو *Streptococcus pyogenes* وبكتريا التسمم الغذائي *Staphy. aureus* وغيرها.

٣- أدوات الحلب:

وهي أهم مصدر لتلوث الحليب الخام ولذا يجب غسلها جيداً وتطهيرها قبل الحلب وبعد الحلب مباشرة لأن بقايا الحليب فيها يصبح وسطاً ملائماً لنمو الميكروبات وتتم عملية الغسيل بالماء الساخن ومواد مطهرة مثل الكلور و الأمونيا وبعد المحلول المطهر تغسل بالماء الساخن ثم تعرض للبخار (٢٠٠°ف) خمس دقائق ثم لماء ساخن (١٧٠°ف) لمدة دقيقتين ثم لهواء ساخن (١٨٠°ف) لمدة عشرين دقيقة. والحلب باليد يفضل على الحلب بالآلة لسهولة تنظيف اليدين عن الآلة ويفضل استعمال أدوات حلب ضيقة الفوهة لتقليل التلوث، والميكروبات التي يتلوث بها الحليب من الأواني هي *Stroptococci, Micrococci*

٤- مصادر أخرى للتلوث:

وهي العلف وأرضية الحظيرة والهواء والغبار والحشرات ولهذا يجب أن تكون أرضية الحظيرة من الأسمنت ودائماً تنظف وتغسل جيداً، ويجب أثناء الحلب منع الكنس أو نقل المواد من الى داخل الحظيرة ومنع إعطاء الأعلاف نتيجة لهذه المصادر تصل للحليب البكتريا والأعفان والخمائر بعضها ممرض وبعضها تسبب فساد الحليب والمنتجات التي تصنع منه.

مجاميع الميكروبات الملوثة للحليب الخام

تصل أنواع مختلفة من الميكروبات إلى الحليب الخام من المصادر المذكورة سابقاً وأهم هذه الميكروبات هي:

١- مجموعة بكتريا حمض اللاكتيك Lactic acid bacteria

توجد هذه البكتريا بكثرة في الحليب الخام خاصة *Lactobacilli, Streptococcus lactis* الذي يلوث الحليب من أواني الحلب القذرة ومن العلف ومن فضلات الحيوان.

٢- بكتريا القولون Coliforms

تصل للحليب من الأواني والروث والماء الملوث والتربة والنباتات.

٣- البكتريا الكروية المسماة Micrococci

توجد طبيعياً على ضرع الماشية ولهذا توجد دائماً في الحليب الخام، كما قد تلوث الحليب من الأواني القذرة، وهي تتكاثر ببطء في الحليب ولهذا يكون عددها قليلاً.

٤- بكتريا هوائية محللة البروتين مثل Proteolytic aerobes

يتلوث الحليب ببكتريا تحلل البروتين مثل *Pseudomonas, Bacillus* التي تلوث الحليب من الغبار والماء لكن نشاطها يتوقف بزيادة الحموضة.

٥- بكتريا لا هوائية Anaerobes

التربة والروث مصدر لتلوث الحليب بجراثيم البكتريا اللاهوائية مثل *Clostridium*.

٦- الأعفان والخمائر Molds and yeasts

العلف والتربة مصدر لتلوث الحليب بالأعفان والخمائر لكن نموها يكون بطيئاً في الحليب. أعداد هذه الميكروبات في الحليب الخام تعتمد على طبيعة التلوث ونوعه وعلى مدة حفظ الحليب الخام ودرجة حرارة الحفظ.

التغيرات التي تحدثها الميكروبات في الحليب الخام

تتغير صفات الحليب نتيجة نمو الميكروبات به وأهم التغيرات هي:

١- حموضة قليلة Low acidity

تنمو البكتريا الكروية المسماة *Micrococci* وتكون حموضة قليلة لا تؤدي إلى تجبن الحليب (أي ترسيب الكازين) وهذه البكتريا مصدرها ضرع الحيوان والأواني القذرة.

٢- تجبن حامضي Acid curdling

نمو ونشاط *Str. lactis* تخمر كمية كبيرة من سكر اللاكتوز وينتج عن هذا التخمر كمية كبيرة من حمض اللاكتيك فتزداد حموضة الحليب ويتغير الـ pH من ٦,٨ إلى ٤,٥ فيحدث ترسب الكازين يتجبن الحليب وتكون الخثرة صلبة ولا تتكون الغازات ولا يحدث تحلل للبروتين وتصل هذه البكتريا للحليب من العلف والأواني ، وهناك أنواع أخرى تسبب التجبن نفسه مثل *Str. Cremoris* , *Lact. casei*, *Str. thermophilus*, *Lact. bulgaricus*, *Lact. acidophilus* حيث يكون النشاط في بادئ الأمر للبكتريا السبحية إلى أن تصل الحموضة إلى ١٪ ثم تنشط البكتريا العصوية التي تتحمل حموضة ٢ إلى ٣٪ ، في حالة التجبن الحامضي ينفصل سائل رائق يسمى الشرش والذي يحتوي على بروتينات الحليب التي لم تترسب وهي الالبيومين والجلوبيولين ويطلق عليها اسم بروتينات الشرش وهذه البروتينات لا تترسب بالحموضة ولا بأنزيم الرنين لكنها تترسب بالحرارة ، ولقد استغل هذا الشرش في السنين الأخيرة لتنمية الميكروبات لإنتاج بروتين العلف الحيواني

٣- التجبن الحلو Sweet curdling

يحدث نتيجة إفراز بعض البكتريا أنزيم يشبه الرنين فيرسب الكازين وعادة يهضم هذا التجبن من البكتريا المحللة للبروتين وتتراكم نواتج هذه العملية ويصبح الحليب قلوياً ومراً ، والبكتريا التي تسبب هذا التجبن هي بصورة رئيسة البكتريا الهوائية المكونة للجراثيم مثل *Bacillus subtilis* *Bacillus cereus* وأنواع من الـ *Pseudomonas* مثل *Ps. putrefaciens* , *Ps. Viscose* , والبكتريا السبحية *Str. faecalis*, *var. liquefaciens* والتجبن الحلو رخو ليس كالتجبن الحامضي ويختلفان عن بعضهما فيما يلي:

١. التجبن الحامضي يحدث نتيجة تخمر وتكوين حامض أما التجبن الحلو فنتيجة عملية إنزيمية.

٢. في التجبن الحمضي يحدث انخفاض في الـ pH أما في التجبن الحلو فلا يحدث هذا التغيير بل قد يحدث ارتفاع في الـ pH نتيجة هضم هذا التجبن.

٣. الشرش المتكون في التجبن الحامضي يكون لونه رائقاً وبلا رائحة بينما التجبن الحلو يكون ذا رائحة عفنة.

٤- إنتاج الغازات Gas formation

نتيجة نمو بكتريا القولون يتخمر اللاكتوز وتنتج غازات ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين والبكتريا المكونة للجراثيم *Cl. butyricum* تنتج كمية هائلة من ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين

والخمائر *Torulopsis sphaerica*, *Candida pseudotropicalis* أيضاً تكون غازات كثيرة في الحليب.

٥- تحلل الدهون Lipolysis

بعض الميكروبات تنتج أنزيم الليبيز الذي يحلل الدهن إلى أحماض دهنية وجليسرول وبعض هذه الأحماض طيارة وذات طعم ورائحة حادة بحيث تجعل الحليب ذا طعم زنخ وأمثال هذه الميكروبات البكتريا *Achr. lipolyticum*, *Ps. fluorescens*, *Ps. fragi* والخمائر مثل *Candida liplytica* والأعفان مثل *Pen. camemberts* and *Pen. roquefortei* واستغلت هذه الظاهرة لإنضاج بعض الأجبان وذلك بتمية أعفان عليها مثل جبن الريكوفرد وجبن الكامبرت.

٦- تحلل البروتين Proteolysis

تنمو بعض البكتيريا و الأعفان وتنتج أنزيم الكازينيز فتحلل بروتين الحليب وتعطي مواد ذا رائحة عفنة وطعم مر وتزيد من قلوية الحليب وأهم الأجناس التي تقوم بهذا التحلل هي *Proteus*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Clostridium*, *Str. faecalis* var *liquefaciens* والأعفان مثل الكامبرت.

٧- إنتاج المواد اللزجة في الحليب:

أثناء نمو بعض الأحياء الدقيقة في الحليب يحدث تغير في قوام الحليب بحيث يصبح لزج القوام وذلك بسبب إنتاج مواد لزجة (*capsular gammy*) ومكونات الحليب تساعد على تكوين المواد اللزجة الصمغية لذلك يستخدم الحليب لتنمية البكتريا التي يراد تكوين حافظات. ويتحول الحليب إلى حليب خيطي لزج والبكتريا المسؤولة عن ذلك بكتريا.

٨- طعم ونكهة غير طبيعيين Abnormal flavors and odors

يحدث تغير في الطعم ونكهة الحليب بسبب تراكم المواد التي تنشأ عن نمو وتكاثر الميكروبات وأهمها:

أ- طعم مر نتيجة نشاط البكتريا المحللة للبروتين مثل *Bacillus subtilis*.

ب- نكهة الشعير المطبوخ أو الكراميل نتيجة نشاط بكتريا *Str lactis* var *maltigenes*

ج- طعم ورائحة السمك نتيجة نمو بكتريا *Pseudomonas ictyosmia*.

د- طعم الخميرة نتيجة نمو الخمائر.

هـ- رائحة الأرض المرشوشة نتيجة نمو *Actinomycetes*

و- كما يكتسب الحليب بعض الطعوم والروائح التي تجعله غير مقبول من المستهلك.

٩- تغير لون الحليب:

تفرز بعض الأحياء الدقيقة صبغات في الحليب تؤدي إلى تغير لون ولهذا أطلقت تسميات مختلفة على الحليب تبعا للصبغات المتكونة فيه:

١- الحليب الأزرق بسبب نمو بكتريا *Pseudomonas pyocyonea*.

٢- الحليب الأخضر المصفر نتيجة نمو بكتريا *Pseudomonas fluorescens*.

٣- الحليب الأصفر تتلون طبقة الدهن باللون الأصفر نتيجة نمو بكتريا *F lavobaterium* وبكتريا *Pseudomonas synxantha*.

٤- الحليب الأحمر نتيجة نمو بكتريا *Micrococceus roseus*, *Serratia marcescens* *Brevibacterium erythrogones* كما أن بعض الخمائر تكون مستعمرات وردية أو حمراء على الحليب مثل *Torula glutinis*. وقد يكسب الحليب ألوانا أخرى نتيجة نمو بعض الأعفان عليه مثل *Rhizopus Penicillium, Aspergillus*

من الجدول التالي يتضح أن الميكروبات تدخل في صناعة الزبد والأجبان وتسيطر بكتريا حمض اللاكتيك كفلورا مرغوبة كما يتضح من الجدول أن العديد من منتجات الألبان تحفظ بالتخمير المؤدي إلى إنتاج حامض اللاكتيك وأمثلة هذه الأغذية هي المخيض والحليب البلغاري والزيادي والحليب الحامضي والفلورا المفضلة هي بكتريا حمض اللاكتيك (جدول ١٧، ١٦).

جدول (١٦) يوضح كيفية استخدام التخمير كطريقة للحفظ

نوع المنتج	الفلورا	الحموضة كحامض لاكتيك %
مخيض الحليب المزروع	<i>Str. cremoris, Str. lactis</i>	٠,٧ - ٠,٩٠
الحليب البلغاري	<i>L. bulgaricus</i>	٢,٠ - ٤,٠
اللبن الزيادي (يوجهورت)	<i>Str. thermophilus</i>	٠,٨٥ - ٠,٩٠
الحليب المائل للحامضية	<i>L. acidophilus</i>	١,٠ - ١,٥

جدول (١٧) يوضح الأحياء الدقيقة المستعملة في منتجات الألبان

الفلورا الدقيقة	المنتج
<i>Streptococcus cremoris & Str. lactis</i> <i>Leuc dextranicum</i> لإنتاج الحامض للنكهة والرائحة	الزبدة - مخيض الحليب - القشدة الحامضية
<i>Str thermophilus,</i> <i>Lact bulgaricus</i>	جبنة الحلوم - جبنة الكوتاج - جبنة القشدة - جبنة الشيدر - ويستخدم مزارع مختلطة من بكتيريا حمض اللاكتيك
<i>Lact. lactis, Lact. Helveticus</i>	الجبنة السويسري
	الجبنة الأزرق و جبنة الريكفورت
<i>Penicillium camemberti</i>	جبنة كامميرت
<i>Brevibacterium linene.</i>	جبنة ليمبرجر (خمائر وبكتيريا كروية)

وإذا لم تسد بكتريا حمض اللاكتيك المناسبة أو لم يحفظ بالحموضة المناسبة فقد يحدث فساد الأجبان. ويحدث هذا التأثير غير المرغوب فيه خلال التخمر أو التعتيق أو في الجبن المنتهي كما يوضح الجدول التالي، قد تكون النتيجة غازية مع ثقوب غير مطلوبة أو نكهة كريهة أو لزوجة أو مرارة أو تفسخ أو نمو فطريات منتجة للتوكسين على السطح. (جدول ١٨).

جدول (١٨) يوضح كيفية حدوث الفساد للجبن

مرحلة الإنتاج	الفلورا	نمط الفساد
أثناء التخمير	بكتريا القولون، الخمائر المخمرة للاكتوز <i>Clostridium, Bacillus, Leuconostoc, Pseudomonas</i>	ثقوب في الخثرة لاذعة ثقوب ونكهة مرة لزوجة، نكهة، لاذعة، غاز، مرارة، تفتح
أثناء النضج	<i>Clostridium</i> مخمرة للاكتوز بكتريا حمض البروبيونيك بكتريا حمض اللاكتيك المتباينة.كتريا القولون للاستهلاك.تباينة.	
الجبن الجاهز للاستهلاك .	<i>Geotrichum lactis</i> <i>Cladosporium</i> <i>Penicillium</i> الخميرة الغشائية	نمو سطحي للأعفان والخمائر

أسئلة

أجب عن الأسئلة التالية:

- ١- ما هي مصادر تلوث اللحوم ؟
- ٢- اذكر العوامل المؤثرة على النمو ؟
- ٣- ما هي الأسباب التي تؤدي إلى وجود أعداد كبيرة من الميكروبات في اللحوم المفرومة ؟
- ٤- ما هي الشروط الواجب اتباعها لإعاقة نمو الميكروبات في اللحوم ؟
- ٥- عدد أنواع فساد اللحوم بواسطة البكتيريا تحت الظروف الهوائية ؟
- ٦- اذكر بالتفصيل أنواع الفساد التالي مع ذكر الميكروب المسبب ؟
 - أ- اللزوجة السطحية ؟
 - ب- التغيرات اللونية ؟
 - ج- التغيرات في الدهن ؟
 - د- تبقع اللحوم ؟
 - هـ- الروائح الكريهة والطعم الرديء ؟
 - و- الطعم القديم أو المخزون ؟
- ٧- اذكر أنواع الفساد التي تحدثها الفطريات في اللحوم مع ذكر نوع الفطر المسبب ؟
- ٨- اذكر أنواع الفساد في الحالة التالية: ظروف اللاهوائية مع ذكر اسم الميكروب المسبب ؟
- ٩- ما هو المقصود بالمصطلحات التالية:
 - أ- حموضة.
 - ب- التعفن.
 - ج- النتانة.
- ١٠- ما هي مصادر تلوث الأسماك ؟
- ١١- ما هو التيبس الرمي ؟
- ١٢- ما هو مظاهر فساد الأسماك ؟
- ١٣- ما هي العوامل المؤثرة على نوع وسرعة فساد الأسماك ؟

- ١٤- اذكر أسماء الميكروبات التي تسبب ما يأتي في الأسماك:-
- أ- تكوين رائحة الفاكهة.
- ب- رائحة عفنة.
- ج- رائحة البصل أو الفاكهة.
- د- فساد الأسماك المعلبة.
- هـ- فساد الأسماك المعلبة.
- و- فساد الأسماك المملحة
- ١٥- هل يعتبر لحم الدواجن مادة غذائية جيدة لنمو ميكروبات الفساد، ولماذا ؟
- ١٦- قارن لحم الدجاج كمادة غذائية مع اللحوم الأخرى ؟
- ١٧- ما هي مصادر تلوث لحوم الدجاج ؟
- ١٨- ما هي الميكروبات التي تسود في لحم الدجاج تحت ظروف التخزين الاعتيادي ؟
- ١٩- ما هي مصادر تلوث البيض ؟
- ٢٠- ما هو ميكروب التسمم الغذائي الذي يعزل دائماً من البيض ؟
- ٢١- اذكر في الجدول تركيب بيض الدجاجة ؟
- ٢٢= ما هي المثبطات الموجودة طبيعياً في البيض ؟
- ٢٣- اذكر طرق خزن البيض ؟
- ٢٤- ما هي أنواع فساد البيض بفعل الميكروبات ؟
- ٢٥- يعتبر الحليب من أنسب البيئات لنمو وتكاثر الميكروبات - ناقش هذه العبارة ؟
- ٢٦- اذكر مصادر تلوث الحليب الخام ؟
- ٢٧- اذكر بالتفصيل مجاميع الميكروبات الملوثة للحليب الخام ؟
- ٢٨- ما هي التغيرات التي تحدثها الميكروبات في الحليب الخام ؟
- ٢٩- ما هو الفرق بين التجبن الحامضي والتجبن الحلو ؟
- ٣٠- ما هي الميكروبات المنتجة للغازات في الحليب الخام ؟
- ٣١- اذكر سبب تحلل الدهن في الحليب الخام ؟
- ٣٢- اذكر عيب تحليل البروتين في الحليب الخام ؟
- ٣٤- ما هي الميكروبات التي تقوم بإنتاج المواد اللزجة في الحليب ؟
- ٣٥- اذكر تغيرات اللون التي تحدث في الحليب والميكروبات المسببة ؟

الأحياء الدقيقة في الأغذية

فساد الأغذية المعلبة

الجدارة: المطلوب أن يقوم المدرب بالتعرف على أنواع الأحياء الدقيقة المسببة للفساد في الأغذية المعلبة، وكيفية تجنب أو علاج هذا الفساد.

الأهداف:

- ١- أن يكون المدرب قادرا على التعرف على أنواع الأحياء الدقيقة التي تسبب فساد الأغذية المعلبة.
 - ٢- التعرف على كيفية علاج أو تجنب أخطارها.
- مستوى الأداء المطلوب:** أن يصل المدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٨٪.

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة: ساعتان.

الوسائل المساعدة:

- ١- استخدام اللوحات الإرشادية.
- ٢- الزيارات العلمية للمختبرات للتعرف على أحدث الوسائل للكشف عن الأحياء الدقيقة.

متطلبات الجدارة:

- ١- أن يكون المدرب لديه القدرة والرغبة في التعرف على هذه الكائنات الحية وكيفية تجنبها أو التعرف على طرق منع نموها باتباع الوسائل العملية.
- ٢- أن يتبع المدرب التعليمات الموجهة إليه بالتعامل الصحيح مع هذه الكائنات الحية وكيفية الكشف

عنها

فساد الأغذية المعلبة

Spoilage of canned foods

نشأت صناعة التعليب كضرورة للحفاظ على خصائص الإنتاج ولإيجاد طريقة سليمة يمكن حفظ الأغذية بها دون الحاجة إلى التبريد ، ولغرض إطعام عدد كبير من الناس وخاصة في الحروب تحت ظروف المعارك بالإضافة إلى أن التطور الذي حدث بالمجتمع ومساهمة الزوجة بالأشغال خارج البيت تقلص الوقت المصروف لتحضير الأغذية وازداد الطلب على الأغذية المعلبة. ولا بد من التأكد من سلامة هذه الأغذية المعلبة من النواحي البكتريولوجية والكيمائية للاستهلاك البشري لأنها تحضر بكميات كبيرة جداً لتستهلك من قبل عدد كبير من الناس.

وهناك نوعان من الفساد يحدث في الأغذية المعلبة ، فساد بسبب نمو ونشاط الأحياء المجهرية فيها ويطلق عليه الفساد البيولوجي Biological spoilage وفساد يسبب التفاعلات الكيميائية التي تجرى داخل الغذاء أو بين الغذاء ومعدن العلبه ويسمى الفساد الكيميائي Chemical spoilage.

الفساد الكيميائي Chemical spoilage

هو الفساد الذي يحدث نتيجة التفاعلات الكيميائية داخل العلبه وأهم أنواع هذا الفساد المسمى بالانتفاخ الهيدروجيني Hydrogen swelling حيث تنتفخ العلبه بسبب تكون كميات كبيرة من غاز الهيدروجين الذي ينتج من تفاعل أحماض المادة الغذائية مع معدن العلبه في حالة عدم طلائها جيداً. وينتشر هذا الفساد في الأغذية الحامضية عند تخزينها على درجات حرارة عالية. ويميز هذا الفساد عن الفساد الميكروبي بثقب العلبه وتعرض الغاز المتحرر منها لعود كبريت مشتعل ففي حالة الفساد الميكروبي ينطفئ العود بسبب تواجد ثاني أكسيد الكربون مع الهيدروجين ، أما في الانتفاخ الهيدروجيني يستمر اشتعال عود الكبريت.

النوع الآخر من الفساد الكيميائي هو حدوث تغير في لون المادة الغذائية Discoloration وتكون عكارة Turbidity فيها بسبب تفاعل المادة الغذائية مع الأكسجين في حالة عدم إتمام عملية التفريغ أو تفاعل المادة الغذائية مع معدن العلبه مما يؤدي إلى تآكل معدن العلبه وتلون جدرانها الداخلية مع تلون الغذاء، أو يحدث تلون المادة الغذائية نتيجة تفاعل مكونات الغذاء فيما بينها لاحتواء بعض مكوناته على مجاميع نشطة حرة Free active radicals مثل مجاميع الالدهيدات والكيثونات والكاربوكسيل، كذلك يحدث تفاعل بين السكريات في الأغذية السكرية وتحدث الكرملة Carmalization فيسود لون الغذاء كما في معلبات المشمش والجزر. كذلك يحدث تفاعل بين السكريات الأحادية والأحماض

الأمينية القاعدية مما يؤدي إلى تلوين المادة الغذائية باللون البني Browning reactions كما في حالة البطاطا والمشمش. وغير ذلك من التفاعلات الكيميائية الأخرى التي تفسد الغذاء لذلك يتغير لونه ونكهته وطعمه بسبب غازات ومركبات غير مرغوبة زيادة على خفض القيمة الغذائية.

الفساد البيولوجي Biological spoilage

يحدث هذا الفساد نتيجة نشاط الميكروبات في الغذاء المعلب ذلك لصدور هذه الميكروبات للمعاملة الحرارية المستعملة كما أن بعض المعلبات تتلوث نتيجة عدم الدقة في تصنيعها كحدوث تنفيس Leakage في لحام العلب الذي يسمح بدخول الميكروبات إلى داخلها تختلف درجات الحرارة المستخدمة أثناء التعليب تبعاً لنوع الغذاء وطريقة حفظ المعلبات حيث يكون التسخين بسيطاً إذا ما أريد حفظ المعلبات لمدة محدودة وتحت درجات حرارة منخفضة كما هو مستخدم في حفظ عصير البرتقال في أوروبا حيث لا تستخدم درجات حرارة عالية وذلك لكي لا تؤثر على طعمه وقيمته الغذائية أو تضاف كمية من حامض الاسكوربيك Ascorbic acid ولهذا تبقى أنواع من البكتريا الخضرية حية في العصير المعلب المستر. كذلك غالبية الفواكه (الأغذية الحامضية) تعامل حرارياً قبل التعليب عند درجة حرارة لا تتعدى مائة درجة مئوية وهذه الدرجة كافية لقتل جميع الخلايا الخضرية للبكتريا والخمائر والأعفان وجراثيمها ما عدا جراثيم البكتريا المحبة لدرجة الحرارة العالية والتي لا تمكن من النمو بسبب انخفاض قيمة pH في هذه العلب. بينما بقاء هذه الجراثيم في أغذية غير حامضية مثل اللحوم والأسماك يتحكم في نموها درجة حرارة تخزين العلب.

أما الميكروبات التي تلوث الغذاء المعلب بعد تعقيمه بسبب وجود تنفيس في العلب فهي متنوعة يمكن أن تكون فطريات أو خمائر أو بكتريا. وأهم مصدر للتلوث هو الماء المستخدم لتبريد العلب بعد تعقيمها والذي يدخل خلال الثقوب الموجودة في اللحام المزدوج Double seam وهذا العيب (التنفيس) Leakage يحدث بسبب الضغط العالي المتكون داخل العلب نتيجة التسخين الشديد والذي يضغط على لحام العلب المزدوج ويفتحه قليلاً أو بسبب رداءة عملية اللحام. ووجود هذا التنفيس يؤدي إلى فقدان التفريغ داخل العلب Vacuum ودخول الهواء الذي يشجع نمو الميكروبات كما يشجع على التفاعلات الكيميائية داخل العلب. وعادة وجود أحياء مجهرية غير مقاومة للحرارة في الغذاء المعلب دليل على أن العلب فيها تنفيس. وفي هذه الحالة يفضل إضافة مطهرات إلى الماء المستعمل لتبريد المعلبات. والأحياء التي تفسد المعلبات هي البكتريا والأعفان والخمائر.

فساد المعلبات بالبكتريا

فساد المعلبات تسببه مجموعتان من البكتريا مجموعة محبة لدرجات الحرارة العالية ومكونة

للجراثيم ومجموعة محبة لدرجات الحرارة المعتدلة مكونة أو غير مكونة للجراثيم.

أولاً: الفساد الناتج عن البكتريا المحبة لدرجات الحرارة العالية والمكونة للجراثيم

Spoilage by thermophilic sporeforming bacteria

غالبية فساد المعلبات تسببه هذه المجموعة من البكتريا ذلك لأن جراثيمها تقاوم درجة الحرارة العالية ويشمل هذا الفساد ثلاثة أنواع:

١- الفساد المسطح الحامض Flat sour spoilage

ولقد أطلق هذا الاسم على هذا النوع من الفساد ذلك لأن العبوة لا تنتفخ وتتكون حموضة داخل الغذاء نتيجة تكون حامض اللاكتيك Lactic acid تسبب هذا النوع من الفساد بكتريا تابعة لجنس *Bacillus* ولا يمكن اكتشاف هذا الفساد من المظهر الخارجي للعبوة إلا بعد فتح العبوة وزرع محتوياتها. ويحدث هذا الفساد عادة في الأغذية قليلة الحموضة Low acid foods كالبازلاء والبقوليات والذرة. وقد حدث هذا الفساد أيضا في الأغذية الحامضية مثل عصير الطماطم الذي يسبب فساد بكتريا *Bacillus coagulans* وهي بكتريا محبة لدرجات الحرارة العالية اختياريًا Facultative thermophiles التي تتمكن من النمو في المعلبات المخزنة عند درجة الحرارة العادية في حين البكتريا المحبة لدرجات الحرارة العالية إجبارًا لا تسبب فساد المعلبات إلا عند تخزينها على درجات الحرارة العالية أو عند تبريدها ببطء شديد بعد عملية التعقيم.

٢- الفساد اللاهوائي Thermophilic anaerobic spoilage (T. A. S spoilage)

تسبب هذا الفساد بكتريا لا هوائية محبة لدرجات الحرارة العالية إجبارًا غير مكونة لكبريتيد الهيدروجين هي *Clostridium thermosaccharolyticum* من اسم هذه البكتريا يمكن الاستدلال على أنها محللة للسكريات وتكون أحماضًا وغازات (يختلف عن الفساد الحامض المسطح بتكوين غازات) خاصة في الأغذية قليلة ومتوسطة الحموضة Low and medium acid foods والأحماض التي تكونها هذه البكتريا هي حامض الخليك والبيوتريك ذو الطعم الكريه، أما الغازات المتكونة فهي ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين التي تؤدي إلى انتفاخ العبوة. وانتفاخ العبوة يتم تدريجيًا ويمر بالمراحل الآتية:

أ- انتفاخا مستتر (أولي) Flipper

تكوين الغازات في البداية تكون كميتها قليلة ومنتشرة في مسامات الغذاء. ولهذا منظر العبوة عادي وسطحا العبوة مقعران قليلا وعند طرق العبوة على سطح صلب يزول هذا التغير من أحد الطرفين وينتفخ طرف واحد على حساب زيادة تغير الطرف الثاني ذلك بسبب تجمع الغاز في أحد طرفي العبوة.

ب- انتفاخ لولبي Springer

هو انتفاخ طرف واحد من العلبة وبقاء الطرف الثاني بحالة مستوية وعند الضغط على الطرف المحذب ويرجع إلى حالته الطبيعية وينتفخ الطرف الثاني وذلك لعدم تكون غاز بكمية كافية لكي ينتفخ كلٌّ من طرفي العلبة. الانتفاخ المستتر واللولبي تتكون أحياناً بسبب عوامل فيزيائية أثناء عملية التعليب كملء العلبة بكمية كبيرة من المادة الغذائية أو عدم كفاءة التفريغ أو تغير مفاجئ في درجات الحرارة العالية لكن بصورة عامة فإن سبب هذين الانتفاخين هو تكون غاز بسبب النشاط الميكروبي أو نتيجة التفاعلات الكيميائية داخل العلبة أو نتيجة السببين معاً.

ج- انتفاخ رخو Soft swell

ينتفخ طرفا العلبة لكن لو ضغط على طرف العلبة بالإصبع لرجع إلى حالته الطبيعية (ولهذا سمي انتفاخ رخو) وعند رفع الإصبع يرجع يتحدب من جديد ذلك بسبب عدم تكون كمية كبيرة من الغاز تكفي لمقاومة ضغط الإصبع.

د- أنتفاخ صلب Hard swell

يتحدب طرفا العلبة وعند الضغط بالإصبع لا يتغير التحذب بسبب ضغط الغاز المتكون بكمية كبيرة داخل العلبة وقد يستمر تكون الغاز إلى أن تنفجر العلبة أو ينفك لحامها وتخرج المادة الغذائية خارج العلبة أو يحدث تنفيس في العلبة Leak وتسمى عندها علبة منفسة Breather تسمح بدخول الهواء وخروجه وقد تسمح بمرور الميكروبات. بالنسبة للعلب الزجاجية تكون كمية من الغاز داخلها يؤدي إلى فتح غطاءها أو فك لحامها ولذلك يلاحظ وجود فقاعات غازية داخلها أو نمو على هيئة أغشية Growth films أو تعكير المادة الغذائية Cloudiness كلها دلائل تشير إلى حدوث الفساد الغازي في الغذاء المعلب.

الفساد الكبريتي النتن Sulfide stinker

تسبب هذا النوع من الفساد بكتريا لاهوائية محبة لدرجات الحرارة العالية إجباراً مكونة كبريتيد الهيدروجين هي *Clostridium nigrificans* جراثيمها ليست مقاومة لدرجة الحرارة العالية كما هو الحال في حالة الفساد الحامضي المسطح والفساد الغازي. ولذلك وجودها في المعلبات دليل على عدم كفاءة المعاملة الحرارية. تنتج هذه البكتريا غاز كبريتيد الهيدروجين الذي يذوب في الماء ولهذا لا يحدث انتفاخ للعلبة. وكبريتيد الهيدروجين يتفاعل مع الحديد ويكون كبريتيد الحديد الذي هو عبارة عن راسب أسود يؤدي إلى اسوداد الغذاء. بما أن البكتريا المسببة لهذا الفساد محبة لدرجة الحرارة العالية لهذا يحدث هذا الفساد عند تخزين العلب على درجات حرارة عالية أو عند تبريدها ببطء بعد التعقيم. ويحدث هذا الفساد في الأغذية قليلة الحموضة خاصة البازلاء والذرة المعلبة.

ثانياً: الفساد الناتج عن البكتريا المحبة لدرجات الحرارة المعتدلة والمكونة للجراثيم

Spoilage by mesophilic spore forming bacteria

البكتريا التي تسبب هذا الفساد هي الأنواع التابعة لجنس *Bacillus* و جنس *Clostridium* بالنسبة للجنس الأول أغلب أنواعه هوائية ولهذا لا تنمو في العلب المفرغة جيداً من الهواء وجراثيم هذه البكتريا لا تقاوم الحرارة كما تقاومها جراثيم البكتريا المحبة لدرجات الحرارة العالية فدرجة حرارة مائة مئوية لفترة قصيرة تقضي عليها إلا قليل منها قد يقاوم هذه الحرارة. وكما ذكرنا سابقاً هذا الفساد يحدث في العلب غير تامة التفريغ وفي الأغذية قليلة الحموضة كاللحوم والأسماك وأهم الأنواع المسببة لهذا الفساد هي *Bacillus subtilis*, *Bacillus mesentericus*, كما أن هناك تقارير تشير إلى أن *Bacillus polymyxa*, *Bacillus macerans*, تسبب فساد معلبات الطماطم والسبانخ والبازلاء.

أما البكتريا اللاهوائية المحبة لدرجات الحرارة المعتدلة والتابعة لجنس *Clostridium* فإما أن تكون محللة للسكريات Saccharolytic clostridia مثل *Clostridium pasteurianum*, *Clostridium butyricum* التي تفسد المعلبات بتكوينها حامض البيوتريك وثاني أكسيد الكربون وهيدروجين التي تحمض المحتويات وتنفخ العلب. أو أنواع محللة للبروتين Proteolytic clostridia مثل *Clostridium sporogenes*, *Clostridium botulinum*, *putrefaciens* البروتينية حيث تكون فيها مركبات ننتة مثل كبريتيد الهيدروجين والمركبتان والأمونيا والأندول والكاتول زيادة على تكوينها لغازات ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين التي تسبب انتفاخ العلب. جراثيم الكلوستريديا المحللة للسكريات تكون أقل مقاومة للحرارة من جراثيم الكلوستريديا المحللة للبروتينات ولهذا هذه البكتريا تسبب الفساد في المعلبات المعاملة عند درجة حرارة لا تزيد عن ١٠٠ مئوية كمعلبات الأغذية الحامضية والمعلبات المنزلية التي يستخدم الفرن أو الماء الساخن لمعاملتها حرارياً. فنلاحظ دائماً أن معلبات الطماطم والكمثرى (أغذية حامضية) تفسد بواسطة الكلوستريديا محللة للسكريات *Clostridium pasteurianum* الأغذية قليلة الحموضة تفسد بالكلوستريديا المحللة للبروتين مثل اللحوم والدواجن والأسماك والذرة وجراثيم هذه الأنواع من البكتيريا مقاومة لدرجات الحرارة العالية لهذا يعتبر هذا النوع من الفساد مع الفساد المسطح الحامض والفساد الغازي من أكثر الفساد شيوعاً في المعلبات.

ثالثاً: الفساد بالبكتريا المحبة لدرجات الحرارة المعتدلة غير المكونة للجراثيم

Spoilage by mesophilic nonspore foeming bacteria

وجود بكتريا غير مكونة للجراثيم في الأغذية المعلبة يعتبر دليلاً على حدوث عيب في لحام العلب مثل التنفيس Leakage أو أن درجة الحرارة التي عقلت عندها العلب كانت منخفضة لأن غالبية الخلايا

الخضرية للبكتيريا تموت عند درجة حرارة البسترة إلا الأنواع التي يطلق عليها Thermoduric مثل *Streptococcus thermophilus* وبعض أنواع *Lactobacillus, Microbacterium, Micrococcus* وجدت أنواع تابعة لجنس *Leuconostoc, Lactobacillus* في معلبات الطماطم والكمثرى التي لم تعامل حرارياً بصورة جيدة. ووجود هذه البكتيريا يؤدي إلى فساد الغذاء المعلب بتكوين أحماض وغازات تؤدي إلى انتفاخ العلبة. كما وجدت أنواع تابعة لجنس *Micrococcus* وبكتيريا *Streptococcus faecalis* في اللحوم المعلبة التي عوملت عند درجة حرارة منخفضة وحدوث تنفيس أو ترشيح في العلبة يؤدي إلى دخول أنواع من البكتيريا موجودة أصلاً في الماء الذي تبرد فيه هذه العلب مثل بكتيريا القولون وبكتيريا *Proteus, Flavobacterium, Micrococcus, Achromobacter, Pseudomonas* وغيرها والتي تعمل على أحداث تلف للغذاء للمعلب.

فساد المعلبات بالخمائر والأعفان Spoilage by Yeasts and molds

وجود الخمائر في الأغذية المعلبة يكون بسبب عدم كفاءة المعاملة الحرارية أو بسبب تنفيس العلبة لأن الخمائر وجراثيمها تقتل عند درجة حرارة البسترة. ونمو الخمائر في المعلبات يؤدي إلى إفسادها. فمعلبات الفاكهة والمرببات والعصائر والحليب المركز المحلى تفسد عند نمو الخمائر المخمرة Fermentative yeastst فيها حيث تسبب التخمر الكحولي وإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون الذي ينفخ العلبة. أما الأغذية المخلة المعلبة مثل الزيتون والخيار المخلل فتفسد بنمو الخمائر المكونة للأغشية Film yeasts على سطحها وكذلك هذه الخمائر تنمو على سطح المرببات المعلبة. بالنسبة للأعفان تكثر عادة في الأغذية التي تعلب في المنزل ذلك لعدم الدقة في المعاملة الحرارية كما أن هناك سلالات من الأعفان تقاوم درجة الحرارة العالية مثل العفن *Byssochlamys fulva* الذي يتحمل درجات الحرارة التي تعامل بها الفاكهة. كذلك وجدت الأعفان *Penicillium, Aspergillus* في المرببات والجيلي والفواكه المعلبة. ويلاحظ أن هذه الأعفان تنمو على سطح الغذاء المعلب ذلك لأنها هوائية تنمو بوجود الأكسجين.

أسئلة

١. ما هو الانتفاخ الهيدروجيني ؟
٢. عدد الفساد الناتج عن البكتريا المحبة لدرجات الحرارة العالية والمكونة للجراثيم ؟
٣. ما هو الفساد المسطح الحامضي ؟
٤. تتبع مراحل انتفاخ العلبة ؟
٥. ما هو الفساد الكبريتي النتن ؟
٦. اذكر الفساد الناتج عن البكتريا المحبة لدرجات الحرارة المعتدلة والمكونة للجراثيم ؟
٧. اذكر الفساد بالبكتريا المحبة لدرجات الحرارة المعتدلة غير المكونة للجراثيم ؟
٨. اذكر فساد المعلبات بالخمائر والأعفان ؟

المراجع

المراجع العربية

- ١- الشيخلي، جودت. ١٩٦٨
الميكروبيولوجي العام التطبيقي. مطبعة المعارف، بغداد- العراق.
- ٢- الشيخلي جودت. ١٩٨٥
التجارب المختبرية في ميكروبات الأغذية والألبان. جامعة الملك سعود- المملكة العربية السعودية.
- ٣- المصلح، معروف ١٩٨١.
علم الأحياء المجهرية في الأغذية والألبان. المكتبة الوطنية، بغداد- العراق.
- ٤- زكي، سعد ١٩٩٧.
الميكروبيولوجيا التطبيقية العملية. مكتبة الأنجلو المصرية- القاهرة.
- ٥- ابوالدهب، مصطفى، الجعراني، محمد ١٩٨٣.
البكتريا، التجارب العملية الأساسية. دار المطبوعات الجديدة- الإسكندرية، ج. م. ع.
- ٦- الأشوح، عصمت. ١٩٨٤.
مذكرات في ميكروبيولوجيا تصنيع الأغذية. جامعة القاهرة، ج. م. ع

References

- 1- Ayres, J.C. 1955.
Microbiological implications in the handling slaughtering, and dressing of meat animals. *Advances Food Res.* b: 110-161.
- 2- Breed, R.S. Murray, E.G.D. and Smith, and N.R. 1957.
Bergey's Manual of determinative bacteriology. 7th ed. The Willions and Wilkins company, Baltimore.
- 3- Brock, T.D., and Brock, K. M. 1973.
Basic microbiology with applications. Prentic-Hall.Inc., Englewood cliffs
- 4- Buchanan, R.E., Gibbans, N.E. 1974.
Bergy's manual of determinative bacteriology, 8th Ed. The Williams and Wilkins Co. Baltimore.
- 5- Cameron, E .J. and Esty ,J.R. 1940.
Camments on the microbiology of spoilage in canned foods.
Food Res. 5:549-557.
- 6- Elliker, P.R. 1945.
Practical dairy bacteriology.
Mc Graw-Hill Co. New York.
- 7- Frazier, W.C. 1974.
Food microbiology. Second edition. Tata Mc Graw-Hill publishing company Ltd., New Delhi.
- 8- Jay, M.J. 1970.
Modern food microbiology. Van Nostrand Reinhard Co. New York, U.S.A.
- 9- Standard method for the examination of water and waste water.
41th ed. American public health association, New York. 1975.
- 10- Taylor, J. 1969.
Bacterial food poisoning. Royal Society of Health. London
- 11- Wilsan, B.J. and Hays, A.W. 1973.
Toxicants occurring naturally in foods.
National Academy of Sciences. 2nd ed. U.S.A.

المحتويات

مقدمة :

١	الوحدة الأولى : الأحياء الدقيقة في الأغذية
٢	الباب الأول : لمحة تاريخية
٧	الباب الثاني: الفطريات
٩	الصفات المزرعية
١١	تقسيم الفطريات
١٢	الفطريات ذات الأهمية في الغذاء
١٥	أسئلة
١٦	الباب الثالث: الخمائر
١٦	الصفات المورفولوجية
١٧	الصفات المزرعية
١٨	الصفات الفسيولوجية
١٩	الخمائر المهمة صناعيا
٢٢	أسئلة
٢٣	الباب الرابع: البكتريا
٢٣	الصفات المورفولوجية للبكتريا
٢٤	الصفات الفسيولوجية
٢٧	الصفات المزرعية
٢٨	البكتريا المهمة في الأغذية
٣٤	أسئلة
٣٦	الباب الخامس: مصادر التلوث
٣٦	المصادر الطبيعية للتلوث
٣٨	التلوث أثناء التصنيع
٤٠	أسئلة
٤١	الوحدة الثانية: التسمم الغذائي
٤٣	الباب الأول : التسمم الغذائي السالمونيلي

٤٤	أعراض التسمم
٤٥	الوقاية والعلاج من التسمم
٤٧	أسئلة
٤٨	الباب الثاني: التسمم الغذائي العنقودي
٤٩	العوامل المؤثرة على نمو البكتريا وإنتاج السم
٤٩	أعراض التسمم
٥٠	الوقاية والعلاج من التسمم
٥٢	أسئلة
٥٣	الوحدة الثالثة: الفساد الميكروبي في الأغذية
٥٥	تقسيم الغذاء تبعا لقابليته للفساد
٥٦	التركيب الكيميائي للغذاء
٦٦	أسئلة
٦٧	الوحدة الرابعة: الأحياء الدقيقة في الأغذية النباتية
٦٨	الباب الأول: الأحياء الدقيقة في الخضراوات والفاكهة
٦٨	العوامل المساعدة على الفساد الميكروبي
٧٠	فساد الفواكه والخضراوات
٧١	فساد العصائر
٧٤	أسئلة
٧٥	الباب الثاني: الأحياء الدقيقة في الحبوب ومنتجاتها
٧٦	فساد الخبز بالاعفان
٧٧	فساد الخبز بالبكتريا
٧٩	أسئلة
٨٠	الباب الثالث: الأحياء الدقيقة في الأغذية السكرية
٨٠	الأحياء الدقيقة في السكر
٨١	الأحياء الدقيقة في العسل والدبس
٨١	الأحياء الدقيقة في المربيات والحلوى
٨٣	أسئلة

٨٤	الوحدة الخامسة: الأحياء الدقيقة في الأغذية الحيوانية
٨٥	الباب الأول: الأحياء الدقيقة في اللحوم
٨٧	فساد اللحوم
٨٨	فساد اللحوم تحت الظروف الهوائية
٩٠	فساد اللحوم تحت الظروف اللاهوائية
٩٢	أسئلة
٩٣	الباب الثاني: الأحياء الدقيقة في الأسماك
٩٤	مصادر التلوث في الأسماك
٩٤	فساد الأسماك (العوامل المؤثرة على نوع وسرعة الفساد)
٩٥	العوامل المؤثرة على نوع وسرعة فساد الأسماك
٩٨	أسئلة
٩٩	الباب الثالث: الأحياء الدقيقة في الدواجن والبيض
١٠٠	الميكروبات في البيض
١٠٤	أسئلة
١٠٥	الباب الرابع: الأحياء الدقيقة في الحليب ومنتجاته
١٠٧	الميكروبات الملوثة للحليب الخام
١٠٨	التغيرات التي يحدثها الميكروبات في الحليب الخام
١١٢	أسئلة
١١٣	الوحدة السادسة: الأحياء الدقيقة في المواد الغذائية المعلبة غير الفاسدة
١١٤	الفساد الكيميائي
١١٥	الفساد البيولوجي
١١٩	فساد المعلبات بالخمائر والأعفان
١٢٠	أسئلة
١٢١	المراجع

