الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي
جامعة حماة
كلية الزراعة

علم الأحياء الدقيقة

MICROBIOLOGY

(الجزء النظري)

المحاضرة الحادية عشر

إعداد

الدكتور عبد الواحد الطحلي

دكتوراه باختصاص الأحياء الدقيقة

جامعة حماة 2019 – 2020

الأحياء الدقيقة في الأغذية
Food Microbiology

- **مقدمة Introduction:**

يُعتبر الغذاء وسط وبيئة طبيعية ملائمة لنمو الأحياء الدقيقة، ويبحث علم ميكروبيولوجيا الأغذية علاقة الأحياء الدقيقة بالغذاء سواء تلك الأحياء التي تُسبب التسمم الغذائي أو تلك الأحياء الممرضة المنتقلة عن طريق الغذاء، أو من حيث ارتباط هذه الأحياء بالتغيرات التي تحدث للأغذية المختلفة سواء كانت هذه التغيرات مفيدة كالتخمير أو ضارة أثناء فساد الغذاء. مكّن هذا العلم استخدام وسائل معينة لحفظ الأغذية والسيطرة على نمو الأحياء الدقيقة بوسائل مختلفة مثل الحرارة سواءً العالية (البسترة والتعقيم) أو المنخفضة (التبريد والتجميد) أو التجفيف أو التخمير أو إضافة بعض المواد الكيميائية مما يسهم في حفظ الأغذية وتوفرها بالمواسم.

تعرّف الإنسان على العديد من العمليات الحيوية مثل تخمر الخبز والألبان وإنضاج الجبن وفساد الأغذية لكنه لم يعرف أنّ وراء هذه العمليات كائنات حية لا يستطيع رؤيتها بعينه المجردة، وقد كان العالم العربي أبو بكر الرازي أول من ربط بين العوامل المسببة للأمراض وتلك المسببة لفساد الغذاء في القرن التاسع الميلادي، وهذا واضح من خلال القصة المعروفة عن اختياره لموقع المستشفى (البيمارستان) في مدينة بغداد حيث أمر الرازي بتعليق قطع اللحم في أماكن مختلفة من المدينة ثمّ اختار المحل الذي بقي فيه اللحم محافظاً على جودته لمدة أطول. ويُعدّ لويس باستور مؤسس علم الأحياء الدقيقة الحديث من خلال دراسته للتخمرات عام 1864م، وكذلك يُعد العالم روبرت كوخ مؤسس لعلم الأحياء الدقيقة الطبي فقد بدأ في عام 1872م بدراسة مسببات الأمراض المعدية خاصة الجمرة الخبيثة وتمكن من عزل الجراثيم المسببة للمرض *Bacillus anthracis*، كما اكتشف مسببات أمراض السل والكوليرا. ومن أهم الأمراض التي تنقل عن طريق الغذاء هي التيفوئيد والباراتيفوئيد والزحار أو الدوسنتاريا والكوليرا بالإضافة إلى الأمراض الفيروسية مثل التهاب الكبد الوبائي، وللوقاية من هذه الأمراض يجب عدم تعرض الغذاء للتلوث بالميكروبات بإتباع الشروط الصحية أثناء إعداده وتداوله وحفظ الغذاء بالطريقة المناسبة حتى موعد استهلاكه والتخلص من الأغذية المشتبه فيها مع نشر الوعي الصحي.

- **تغيرات الغذاء نتيجة نشاط الأحياء الدقيقة:**

إن نمو الأحياء الدقيقة في الأغذية يُحدث تغيرات كيميائية وحسية لمكونات الغذاء تشمل تحلل البروتينات نتيجة الإنزيمات التي تُفرزها الأحياء الدقيقة إلى ببتيدات وأحماض أمينية وأمونيا أو أمينات إضافة إلى مركبات كبريتية H_2S وثنائي أكسيد الكربون CO_2 مع حدوث تعفن، أما المواد الكربوهيدراتية فتتحلل إلى سكريات أحادية مع حدوث تخمر حيث تتحول السكريات إلى أحماض عضوية أو كحولات وغازات، وتتحلل الدهون إلى غليسيرول وأحماض دهنية مع حدوث تزنخ، كما يحدث نتيجة عملية الأكسدة والإرجاع التي تقوم فيها الأحياء الدقيقة تكوين أحماض عضوية وكحولات والدهيدات أو كيتونات إضافة إلى غازات مختلفة.

تشمل التغيرات الحسية للغذاء تغير في اللون أو الطعم أو الرائحة والتغيرات التي تجعل الغذاء غير مستساغ نتيجة تكوين مواد ذات طبيعة هلامية لزجة أو إفراز بعض الصبغات والمواد الملونة التي تؤدي إلى تغيرات غير مرغوبة في الغذاء أو تجعله غير صالح للاستهلاك. وقد يصبح الغذاء غير قابل للاستهلاك نتيجة تلوثه بمواد كيميائية سامة مثل المبيدات والمعادن الثقيلة أو التلوث الإشعاعي، لكن في الوقت نفسه يمكن استغلال بعض الأحياء الدقيقة لإحداث تغيرات مرغوبة في المواد الغذائية لإطالة فترة حفظها أو تحويلها إلى مواد غذائية جديدة مثل الأغذية المتخمرة.

- **فساد الأغذية ومصادر تلوثها:**

تُقسم الأغذية بالنسبة لقابليتها للفساد إلى ثلاث مجموعات هي:

1- أغذية غير قابلة لفساد مثل الحبوب والسكر فهي لا تفسد إلا إذا تم تداولها بإهمال.

2- أغذية متوسطة القابلية للفساد مثل البطاطا واللفت فهي تبقى سليمة لمدة طويلة إذا تم تداولها وتخزينها بعناية.

3- أغذية قابلة للفساد تشمل معظم الأغذية مثل الخضراوات والفاكهة واللحوم والأسماك والألبان والبيض فهي سريعة الفساد إذا لم تحفظ بطريقة مناسبة.

تتلوث الأغذية بالميكروبات في مراحل مختلفة أثناء إنتاجها وهي موجودة في الحقل من الهواء أو التربة أو مياه الري، أو أثناء النقل والتداول من الأدوات والعاملين، أو أثناء مراحل التصنيع المختلفة. تشمل المصادر الطبيعية لتلوث الأغذية التربة والماء والهواء والحيوانات والنباتات والمجاري، ومن المهم معرفة مصادر التلوث حتى نتجنبها مما يزيد من إطالة مدة حفظ الأغذية، كما يقلل من تكاليف

الحفظ مع المحافظة على الصفات الطبيعية للغذاء وصلاحيته وقيمته والمحافظة على صحة المستهلك. توجد طرائق عديدة لحفظ الأغذية منها منع وصول الميكروبات للغذاء أثناء الإنتاج والتعبئة بإتباع الشروط الصحية، واستخدام الحرارة المنخفضة كالحفظ بالتبريد والتجميد، واستخدام الحرارة المرتفعة كالبسترة والغليان، والحفظ بالتجفيف واستخدام التراكيز العالية من السكر أوالملح، والحفظ بالمواد الحافظة مثل حمض اللاكتيك وبنزوات الصوديوم.

تُعدّ التربة من مصادر تلوث الأغذية وهي المصدر الرئيسي للتلوث الطبيعي للنباتات وجلد الحيوانات ويختلف مدى التلوث حسب طبيعة المحصول فالثمار التي تتكون على سطح التربة أو داخلها تكون أكثر تلوثاً من الثمار التي تتكون على الساق الهوائية البعيدة عن التربة. ومن الأحياء الدقيقة التي مصدرها التربة أنواع مختلفة من الأعفان والخمائر وبعض الجراثيم مثل الأكتينومايسيس وجراثيم الحديد إضافة إلى الأجناس الجرثومية التالية: *Bacillus*، *Clostridium*، *Coliform*، *Alcaligenes*، *Enterococcus*، *Flavobacterium*، *Achromobacter*، *Pseudomonas*، *Proteus*، *Acetobacter*، *Leuconostoc*، *Micrococcus*. إضافة إلى أبواغ الأعفان التالية: *Aspergillus*، *Penicillium*، *Mucor*، *Fusarium*، وغيرها.

يُعدّ الماء من المصادر الطبيعية المهمة لتلوث الأغذية فهو في احتكاك مباشر مع الأغذية في الحقل أثناء الري وأثناء الغسيل للمحاصيل خلال التصنيع وكذلك أثناء شرب وغسل الحيوانات التي ينتج منها الغذاء، ولا يحتوي الماء على الميكروبات الموجودة فيه طبيعياً فحسب بل على الأحياء من التربة والحيوانات فهو يحتوي الأجناس الجرثومية التالية: *Bacillus*، *Proteus*، *Pseudomonas*، *Alcaligenes*، *Enterococcus*، *Micrococcus*، *Coliform*، *Chromobacterium*. وتُعدّ مياه المجاري مصدراً خطيراً للتلوث إذا استُخدمت للري قبل معالجتها لذلك يجب حماية مصدر الماء المستعمل ويجب أن يخضع لفحوصات قياسية وتنقية بحيث يصبح مطابق للمواصفات الصحية وصالح للاستهلاك.

تتلوث الأغذية من النباتات المستخدمة كغذاء حيث تحمل النباتات ميكروبات عديدة على سطوحها الخارجية سواءً من التربة أو مياه المجاري أو الهواء لأنّ الميكروبات تكون معلقة في الهواء ينقلها من مكان إلى آخر، وتتلوث النباتات عن طريق الأسمدة العضوية الحيوانية وهي غالباً تكون مرضية ومن الأسباب الرئيسية للفساد إذا لم تعالج هذه الأسمدة بطريقة سليمة قبل استخدامها.

- **الأحياء الدقيقة ذات الأهمية في الأغذية:**

1- الفيروسات ذات الأهمية في الأغذية:

يمكن تقسيم الفيروسات ذات الأهمية في الأغذية إلى مجموعتين هما: الفيروسات المحمولة عن طريق الغذاء التي تصيب الإنسان، وآكلات الجراثيم Bacteriophage التي تلتهم الجراثيم المستخدمة كبادئات في إنتاج الأغذية المخمّرة. ومن أهم الفيروسات المحمولة عن طريق الغذاء هو الفيروس المسبب لمرض التهاب الكبد الفيروسي Hepatitis بأنواعه (أ)، (ب)، (ج)..الخ حيث يُفرز الفيروس في براز الشخص المصاب وينتقل عن طريق المياه الملوثة والخضار والأغذية النيئة الملوثة. ومن الفيروسات المهمة أيضاً الفيروسات السنجابية Polioviruses التي تؤدي إلى شلل الأطفال، والفيروسات الإيكوية Echoviruses التي تُسبب التهاب السحايا، والفيروس العَجَلي أو Norwalk agent المسمى روتافيروس Rotavirus وهو من الفيروسات التي تُسبب الإسهال، والفيروس الغدي Adenovirus الذي ينتقل عن طريق الحليب مسبباً التهابات في الجهاز التنفسي والبلعوم وملتحمة العين، وفيروس الحمى القلاعية ويتلوث الغذاء عن طريق الأشخاص المصابين.

تؤدي آكلات الجراثيم أو الفاجات Bacteriophage إلى خسائر كبيرة في مجال صناعة الجبن والألبان المخمّرة فهي تصيب البادئات وتوقف نشاطها ويؤدي ذلك إلى عدم إنتاج حمض اللاكتيك وفشل التصنيع، وتتميز هذه الفيروسات بالتخصص في مهاجمتها للجراثيم حيث تهاجم سلالة معينة وليس لها أي تأثير على السلالات الأخرى ولذلك يُفضّل استخدام بادئ خليط من سلالات مختلفة.

تُعدّ البريونات Prions عوامل حيوية مَرَضية معدية تتكون من بروتينات فقط ومن الأمراض التي تسببها مرض جنون البقر (اعتلال الدماغ الأسفنجي المؤدي إلى سلوك غريب) سببه إطعام الأبقار علائق محتوية على مشتقات حيوانية مصابة، ومرض جاكوب Creutzfeldt-Jakob الذي يصيب الإنسان بفقدان الذاكرة وهو نوع نادر من الخرف الذي يدمر الدماغ ويؤدي إلى الوفاة.

2- الجراثيم ذات الأهمية في الأغذية:

يمكن تقسيم الجراثيم المهمة في الأغذية إلى مجموعات على الشكل الآتي:

أ- مجموعة جراثيم حمض اللاكتيك ذات الأهمية الكبيرة في تصنيع الأغذية والألبان المختمرة، وينتمي إليها أجناس العائلة *Lactobacillaceae* خصوصاً الأنواع متجانسة التخمر، وأجناس العائلة *Leuconostocaceae*، وجنس *Lactococcus* الذي ينتمي للعائلة *Streptococcaceae*.

ب- جراثيم حمض الخل التي تؤكسد الكحول الإيتيلي إلى حمض الخل وهي هوائية عصوية سالبة لصبغة غرام تنتمي لعائلة *Acetobacteraceae* وتستخدم صناعياً لتحضير حمض الأسكوربيك.

ت- جراثيم حمض البيوتريك التابعة لعائلة *Clostridiaceae* وهي عصوية لاهوائية موجبة لصبغة غرام مكونة للأبواغ تنتج حمض البيوتريك في البندورة والفواكه وعصائرها المعلبة وتحلل البروتين إلى أمونيا مما يتسبب في نقص البروتين في هذه الأغذية المحفوظة.

ث- جراثيم حمض البروبيونيك التي تنتمي لعائلة *Propionibacteriaceae* وتوجد في معدة الحيوانات المجترة حيث تقوم بتكوين الأحماض الدهنية كالبروبيونيك وتقوم بتحويل اللاكتات الناتجة عن التخمر إلى بروبيونات وتقوم بإنضاج الجبنة السويسرية ونكهتها المميزة.

ج- الجراثيم المحللة للبروتين من خلال امتلاكها لإنزيمات Proteolytic منتجة روائح كريهة لكنها تُستخدم في إنضاج بعض أنواع الجبن وإنتاج الإنزيمات المحللة للبروتين المستخدمة في منظفات الملابس وغيرها ويتبع لهذه المجموعة الأجناس التالية: *Bacillus*، *Clostridium*، *Pseudomonas*، *Proteus*، *Enterococcus*.

ح- الجراثيم المحللة للدهون المفرزة لإنزيم الليباز Lipase والمنتجة لرائحة حادة وطعم متزنخ لكنها تُستخدم في إنتاج الإنزيمات المحللة للدهون المستخدمة في صناعة منظفات الملابس وغيرها وينتمي لهذه المجموعة الأجناس التالية: *Pseudomonas*، *Alcaligenes*، *Serratia*، *Micrococcus*، *Achromobacter*.

خ- الجراثيم المحللة للسكريات مثل الجراثيم المحللة للنشاء المفرزة لإنزيم الأميلاز منها:

Bacillus subtilis، *Clostridium butyricum*، *Clostridium acetobutyricum*.

د- الجراثيم المحللة للبكتين المفرزة لإنزيم البكتيناز Pectinase الذي يؤدي إلى تطرية الأنسجة النباتية وفساد الفواكه والخضار مثل: *Erwinia*، *Bacillus*، *Clostridium*.

ذ- الجراثيم المعوية أو جراثيم القولون وهي عصوية سالبة لصبغة غرام غير مكونة للأبواغ دالة على التلوث بالبراز مثل أجناس *Escherichia*، *Enterobacter*، *Citrobacter* وغيرها.

ر- الجراثيم المحبة والمتحملة للبرودة التي تُسبب تلف الأغذية المحفوظة بالتبريد مثل المرارة والتعفن والزناخة وما يشبه نكهة الفواكه تنتمي لأجناس *Pseudomonas*، *Alcaligenes*، *Flavobacterium*، *Coliform*، *Bacillus*.

س- الجراثيم المحبة للحرارة التي يمكن أن تنمو عند درجة حرارة البسترة مسببة ارتفاع حموضة الحليب لأنها تخمر اللاكتوز مثل *Bacillus stearothermophilus*، subsp. *salivarius*، *Streptococcus Thermophilus*.

ش- الجراثيم المقاومة للحرارة والمقاومة للبسترة في صناعة الألبان مثل الأجناس التالية: *Micrococcus*، *Streptococcus*، *Enterococcus*، *Lactobacillus*.

ص- الجراثيم المحبة للملوحة التي تُسبب فساد الأسماك المملحة والجبن والمخللات مثل أجناس *Halobacterium*، *Sarcina*، *Enterococcus*، *Staphylococcus*، *Micrococcus*، *Pseudomonas*، *Vibrio*، *Pediococcus*، *Achromobacter*.

ض- الجراثيم المحبة للسكريات التي تُسبب مشاكل في صناعة السكر والأغذية المحفوظة في المحاليل السكرية مثل أنواع الجنس *Leuconostoc*.

ط- الجراثيم المكونة للغاز التي تؤدي إلى تلف منتجات الألبان مثل الجبن أشهرها جراثيم حمض اللاكتيك وجراثيم القولون *Coliform*، *Clostridium butyricum*، وتمثل الجانب المفيد لهذه المجموعة جراثيم *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *Shermanii* التي تُستخدم في صناعة الجبن السويسري ذات الثقوب المميزة.

ظ- الجراثيم المكونة للزوجة وهي التي لها محفظة أو كبسولة مثل سلالات معينة من جراثيم حمض اللاكتيك وجنس *Alcaligenes*، و*Enterobacter* التي تُسبب الشكل الخيطي في الحليب.

ع- الجراثيم المنتجة للصبغات مثل: جنس *Pseudomonas* الذي ينتج ألوان أصفر وبني ورمادي مزرق، وجنس *Flavobacterium* المنتج للون الأصفر، وجنس *Serratia* المنتج للون الأحمر، وجراثيم *Lactobacillus plantarum* التي تنتج صبغة شبيهة بلون الصدأ تسبب تبقع الجبن.

غ- الجراثيم المسببة للتسمم الغذائي مثل جراثيم *Clostridium botulinum* التي تُسبب التسمم الوشيقي البوتشليني Botulism وهو أقوى سمّ عصبي معروف، وجراثيم المكورات العنقودية الذهبية *Staphylococcus aureus* المفرزة للسموم المعوية، وجراثيم *Bacillus cereus* التي تُفرز السمّ المسبب للقيء وجميعها سموم خارجية ذات طبيعة بروتينية لا تتأثر بالإنزيمات المحللة للبروتين، والسموم الداخلية محدثة التسمم ومسببة ارتفاع حرارة الجسم كما في حالة التسمم بجراثيم *Salmonella* spp، و*Shigella*، و*E. coli*.

3- الفطريات ذات الأهمية في الأغذية:

تُسبب الفطريات تلف الأغذية المختلفة خصوصاً الجافة مثل الحبوب والمربيات ولبعض أنواع الفطريات القدرة على إفراز سموم في الغذاء أخطرها سموم الأفلاتوكسينات، وتُستخدم بعض الفطريات في إنتاج بعض الأغذية والإنزيمات مثل الفطريات المأكولة (المشروم) *Agaricus*، ومن أهم الفطريات ذات الأهمية في الأغذية الخمائر مثل خمائر *Saccharomyces*، *Cryptococcus*، *Zygosaccharomyces*، *Candida*، *Rhodotorula*، *Trichosporon*، *Debaryomyces*. والأعفان مثل *Rhizopus*، *Fusarium*، *Alternaria*، *Mucor*، *Aspergillus*، *Botrytis*، *Penicillium*، *Geotrichum*، *Trichothecium*، *Acremonium* وغيرها.

4- أنواع الفساد في الأغذية:

تتعرض الأغذية الخام والمجهزة لأنواع مختلفة من الفساد مثل التعفن والتخمر والتزنخ بالإضافة إلى تكوين حموضة أو لزوجة أو ألوان أو روائح غير مرغوبة تسببها أنواع مختلفة من الميكروبات، كما تتعرض الأغذية المعلبة إلى الفساد نتيجة عدم كفاية المعاملة الحرارية أو وجود تنفيس بالعلبة يسمح بدخول الميكروبات وتكوين حموضة في الغذاء أو الفساد الغازي نتيجة تكوين غازات بالعلبة تُسبب انتفاخها أو الفساد الكبريتي بتكوين غاز كبريت الهيدروجين H_2S الذي يُسبب اسوداد الغذاء وتكوين روائح تعفنية.

يحتوي الحليب على أعداد قليلة من الجراثيم الموجودة طبيعياً في قنوات الضرع مثل *Micrococcus*، *Streptococcus* وقد تصل إلى الحليب أنواع أخرى من الجراثيم أثناء عملية الحلابة والنقل والتصنيع، وتغيّر الأحياء الدقيقة الموجودة في الحليب الخام الكثير من صفاته ومن أهم هذه التغيّرات هي:

1- **إنتاج حموضة ضعيفة:** تسببها جراثيم *Micrococcus*، *Microbacterium*.

2- **التجبن الحامضي:** يتكون نتيجة التخمر تُسببه جراثيم *Lactococcus*، *Streptococcus*، *Lactobacillus*.

3- **التجبن الحلو:** ذو رائحة مميزة يحدث نتيجة إفراز إنزيم يشبه الرينين من الجراثيم الهوائية مثل *Bacillus subtilis*، *Bacillus cereus*، وأنواع من جنس *Pseudomonas*.

4- إنتاج الغازات: يحدث نتيجة نشاط جراثيم القولون والجراثيم المكونة للأبواغ مثل *Clostridium butyricum* وبعض الخمائر مثل *Candida pseudotropicalis*، و *Torulopsis sphaerica*.

5- تحلل الدهون: يحدث نتيجة إفراز إنزيم Lipase مؤدياً إلى طعم متزنخ للحليب تسببه جراثيم *Pseudomonas*، وخمائر *Candida lipoltica*، وأعفان *Penicillium roqueforti*.

6- تحلل البروتين: يحدث نتيجة إفراز الإنزيمات وتُسببه أجناس *Pseudomonas*، *Proteus*، *Clostridium*، *Bacillus*، *Enterococcus*. وقد تم استغلال قدرة الأعفان على تحليل البروتين في عملية إنضاج الجبن.

7- إنتاج اللزوجة: يُعزى حدوث اللزوجة أو التكوين الخيطي إلى عوامل غير ميكروبية مثل التهاب الضرع وسماكة طبقة القشدة وتكوين غشاء رقيق من الكازئين خلال التبريد، وجميعها مؤقتة تختلف عن اللزوجة التي تُسببها الأحياء الدقيقة والتي تكون ناتجة عن المركبات اللزجة الموجودة في المحفظة أو الكبسولة، وتنتج اللزوجة السطحية من جنس *Alcaligenes*، أما اللزوجة التي تحدث في جميع أجزاء الحليب فتسببها جراثيم *Lactococcus*، *Lactobacillus*، وسلالات القولون مثل *Enterobacter aerogenes*.

8- تغيرات النكهة: مثل النكهة الحامضية التي تسببها جراثيم *Lactococcus*، *Leuconostoc*، وحامضية حادة غير مرغوبة تسببها جراثيم *Clostridium*. والطعم المر الذي تُسببه المكورات *Micrococcus*، و*Actinomycetes*. ونكهة اللفت سببها جراثيم *Pseudomonas*، *E.coli*، ونكهة السمك سببها جراثيم *Pseudomonas mucidolens*، ونكهة التراب *Actinomycetes*، ونكهة الفواكه والكحول وطعم الخميرة يسببها أنواع مختلفة من الخمائر، والنكهة المتفسخة يسببها جنس *Clostridium*.

9- تغيرات لون الحليب: مثل الحليب الأزرق الذي تُسببه جراثيم *Pseudomonas synxantha* بالتعاون مع جراثيم *Lactococcus lactis*، والحليب الأصفر المخضر الذي تُسببه جراثيم *Pseudomonas fluorescens*، الحليب الأصفر سببه *Pseudomonas synxantha* وأنواع من جنس *Flavobacterium*، الحليب الأحمر سببه جراثيم *Serratia marcescens* وجراثيم *Micrococcus roseus* وخميرة *Torula glutinis* وبعض كريات الدم الحمراء.

توضح الجداول التالية أنواع الفساد في الأغذية.

الجدول (11-1): بعض أنواع الفساد بالأغذية الجاهزة والميكروبات المسببة

الغذاء	نوع الفساد	المسبب
الخبز	نمو فطري مع مناطق ملونة، ولزوجة	فطريات *Rhizopus nigricans*، *Aspergillus niger*، *Penicillim*، جراثيم *Bacillus subtilis*
العصائر والمربيات	لزوجة، نمو خمائر، نمو فطري	جراثيم *Enterobacter aerogenes*، خميرة *Zygosaccharomyces*، فطريات *Aspergillus*، *Penicillium*
المخللات	طراوة، ظهور لون أسود، خميرة غشائية، تلون	جراثيم *Erwinia*، *B. polymyxa*، *Desulfotomaculum*، *Lactobacillus brevis*، خمائر *Rhodotorula*
السجق	لون أخضر ولزوجة، تسمم بوتشوليني Botulism	جراثيم *Lactobacillus*، *Leuconostoc*، *Clostridium botulinum*

الجدول (11-2): أنواع الفساد في الأغذية المعلبة (اللحوم والخضار)

نوع الفساد والمسبب	مظهر الفساد	
	في العلبة	في الغذاء
فساد تُسببه جراثيم محبة للحرارة المرتفعة: 1- فساد المستوى الحمضي *B.stearothermophilus* 2- فساد غازي *Cl.thermosaccharolyticum*	لا يحدث انتفاخ بالعلبة	مظهر الغذاء عادي، زيادة شديدة في حموضة الغذاء
	تنتفخ العلبة تدريجياً، وقد تنفجر	تكويم حموضة، وروائح، وغازات
3- فساد كبريتي عفن stinker *Desulfotomaculum nigrificans*	لا يحدث انتفاخ بالعلبة ويتكون غاز H_2S لكنه يمتص في الغذاء	تلون الغذاء باللون الأسود، وروائح تعفن
فساد تُسببه جراثيم محبة للحرارة المعتدلة: تعفن *Cl. sporogenes*	تنتفخ العلبة تدريجياً، وقد تنفجر	غازات، وروائح تعفن

الجدول (11-3): بعض أنواع الفساد في الأغذية الخام والميكروبات المسببة

الغذاء	نوع الفساد	المسبب
خضراوات طازجة	لزوجة، تلون، عفن	إنزيمات الخضار نفسه جراثيم *Erwinia*، فطريات *Aspergillus*، *Rhizopus*
فواكه طازجة	عفن طري، عفن أخضر، عفن أسود	فطريات *Rhizopus*، *Botrytis*، *Aspergillus niger*
عصير الفاكهة	روائح كريهة، تخمر كحولي، تخمر خلي	جراثيم *Lactobacillus*، *Leuconostoc*، *Acetobacter*، خميرة *Saccharomyces*
اللحوم الطازجة	حموضة، تعفن، نمو فطري وبقع ملونة	جراثيم *Micrococcus*، *Pseudomonas*، *Bacillus*، *Clostridium*، *Pseudomonas*، *Alcaligenes*، *Proteus*. فطريات *Aspergillus*، *Cladosporium*، *Rhizopus*، *Penicillium*.
الدواجن	لزوجة، روائح	جراثيم *Pseudomonas*، *Alcaligenes*.
الأسماك	تعفن، تزنخ، تلون	جراثيم *Alcaligenes*، *Flavobacterium*، *Pseudomonas*، *Micrococcus*،
البيض	تعفن بدون لون، عفن أخضر وأسود.	جراثيم *Alcaligenes*، *Achromobacter*، *Coliform*، *Pseudomonas*، *Proteus*، فطريات *Penicillium*، *Cladosporium*.

انتهت المحاضرة