الفصل الثالث

فساد المنتجات الغذائية الطازجة

الفساد:

يُقصد بالفساد هنا «أي تغيير غير مقصود يطرأ على الأغذية يجعلها غير قابلة للاستهلاك البشري». وبعبارة أدق تصبح مخالفة للشروط الصحية المنصوص عليها في لوائح المواصفات القياسية لنفس المنتج.

ومظاهر الفساد تكون واحد أو أكثر من المظاهر الآتية:

- تغيير في الصفات الحسية للمادة الغذائية، كتغير اللون والنكهة والطعم...
- اكتساب المادة الغذائية الصفة السمية.
- وجود نموات ميكروبية، عدا في بعض الأجبان التي يُنمى عليها بعض أنواع الأعفان.
- وجود تلوثات ظاهرة.
- تحلل واحد أو أكثر من مكوناته، وهذه لا يمكن الحكم عليها إلا بالتحليل المخبري.

عوامل الفساد:

يرجع الفساد إلى واحد أو أكثر من العوامل الآتية:

أ- الأحياء الدقيقة (فطريات العفن والخمائر والبكتيريا).

ب- الأنزيمات الطبيعية في الأغذية.

جـ- التفاعلات الكيميائية.

د- الحشرات والطفيليات والقوارض.

أ- الأحياء الدقيقة Microorganisms

تُعد الأحياء الدقيقة أهم عامل من عوامل الفساد. وتتركز طرق حفظ الأغذية على إبادتها أو شل نشاطها على الأقل. وتشمل كل من فطريات العفن والخمائر

والبكتيريا. هذه الأحياء تفسد الأغذية إما بواسطة الأنزيمات التي تفرزها أو بالأحماض التي تنتجها أو بكليهما.

وتقسم هذه الأحياء من حيث تحملها للحرارة إلى أربع مجموعات نوضحها في الجدول (4).

الجدول (4): الأحياء الدقيقة حسب تحملها للحرارة.

المجموعة	درجات حرارة النمو °م		
	الدنيا	المثلى	القصوى
الأحياء الدقيقة المحبة للحرارة المنخفضة إجبارياً Psychroph	-5 إلى +5	15-10	20
الأحياء الدقيقة المحبة للحرارة المنخفضة اختيارياً Psychrotorphs	-5 إلى +5	30-25	35
الأحياء الدقيقة المحبة للحرارة المتوسطة Mesophils	5 إلى 10	40-25	45
الأحياء الدقيقة المحبة للحرارة العالية Thermophils	45-40	65-54	90-60

كما تقسم الأحياء الدقيقة من حيث احتياجها للأكسجين إلى:

- أحياء دقيقة هوائية إجبارياً.
- أحياء دقيقة لاهوائية اختيارياً.
- أحياء دقيقة لاهوائية إجبارياً.
- أحياء دقيقة تحتاج إلى قليل من الأكسجين.

والأحياء الدقيقة - كما ذكرنا- تشمل كل من **فطريات العفن والخمائر والبكتيريا**.

1- فطريات العفن Molds: هي كائنات حية عديدة الخلايا، تتميز بنموها الوبري أو القطني على الأغذية. هذا النمو قد يظهر باللون الأبيض أو الغامق.

وتنتشر فطريات العفن انتشاراً واسعاً فتوجد على الثمار واللحوم والجلود والقشور وغيرها... ومن ميزاتها:

- تحتاج إلى قليل من الرطوبة.
- أغلبها ينمو في درجات الحرارة العادية 25-30°م.
- أغلبها هوائي حيث تحتاج إلى الأكسجين لنموها.
- أغلبها يُفضل البيئة الحامضية.

ومن فطريات العفن التي تنمو على سطوح الأغذية الطازجة وبالتالي فسادها:

1- جنس Mucor: تسبب بعض أنواعه تبقع الفاكهة والخضار والبيض باللون الأسود.

2- جنس Phizopus: تسبب بعض أنواعه تلف الفاكهة والخضار، ويكون نموه قطنياً.

3- جنس Pencillium: تسبب بعض أنواعه تعفن ثمار البرتقال والإجاص واللحوم.

4- جنس Thaminidium: تنمو بعض أنواعه على اللحوم.

5- جنس Trichothecium: تنمو بعض أنواعه على التفاح والخيار والشمام.

6- جنس Sporotrichum: تنمو بعض أنواعه على اللحوم المبردة على شكل بقع بيضاء.

7- جنس Cladosprium: تسبب بعض أنواعه بقعاً سوداء على الفاكهة والخضار.

8- جنس Alternaria: تسبب بعض أنواعه تعفن ثمار الحمضيات والبندورة.

9- جنس Claviceps: بعض أنواعه له القدرة على إنتاج السموم على الحبوب.

10- جنس Monilia: بعض أنواعه ينمو على الخبز لذا يُطلق عليه عفن الخبز الأحمر.

11- جنس Aspergillas: بعض أنواعه ينمو على الفاكهة والحبوب المخزنة، وبعض أنواعه ينتج سموماً.

12- جنس Fusarium: ينمو على شكل زغب خفيف بعدة ألوان على البندورة والبطاطا والقمح.

13- جنس Geotrichum: يُطلق عليه عفن الألبان، حيث ينمو على الحليب، وعلى الأجزاء من الأجهزة التي يمر فيها الحليب.

14- جنس Monascus: ينمو على الألبان بلون أحمر أو قرمزي.

15- جنس Botrytis: بعض أنواعه يسبب التعفن الرمادي على العنب والفريز والخس والبندورة.

2- الخمائر Yeasts:

هي فطريات وحيدة الخلية تكون مستعمرات على سطوح الأغذية، تكون ذات قوام لزج بلون أبيض أو كريمي. وتنمو على الأغذية السائلة في صورة غشاء، أو قشرة رقيقة أو زبد. وأهم أجناس الخمائر المفسدة للأغذية نذكر:

1- جنس Debaryomyces: أنواع هذا الجنس يكون طبقة رقيقة على سطوح الأغذية المحفوظة في المحاليل الملحية مثل المخللات والأجبان. كما شوهد على عجائن البندورة.

2- جنس Hansenula: تنمو بعض أنواعه على الزيتون والخيار المخلل وكذلك الحبوب والفاكهة.

3- جنس Sachromyces: هي خميرة السكر التي تحوله إلى كحول. كما أنها قادرة على إفساد الخوخ والتين ومنتجات الحليب المحلاة.

4- جنس Candida: بعض أنواعها قادر على إفساد الخضار ومنتجات الحليب والخيار والزيتون.

5- جنس Pichia: تنمو على سطوح الأغذية المحفوظة في محاليل ملحية على شكل طبقة رقيقة. كما تسبب فساد الفاكهة ومنتجات الحليب.

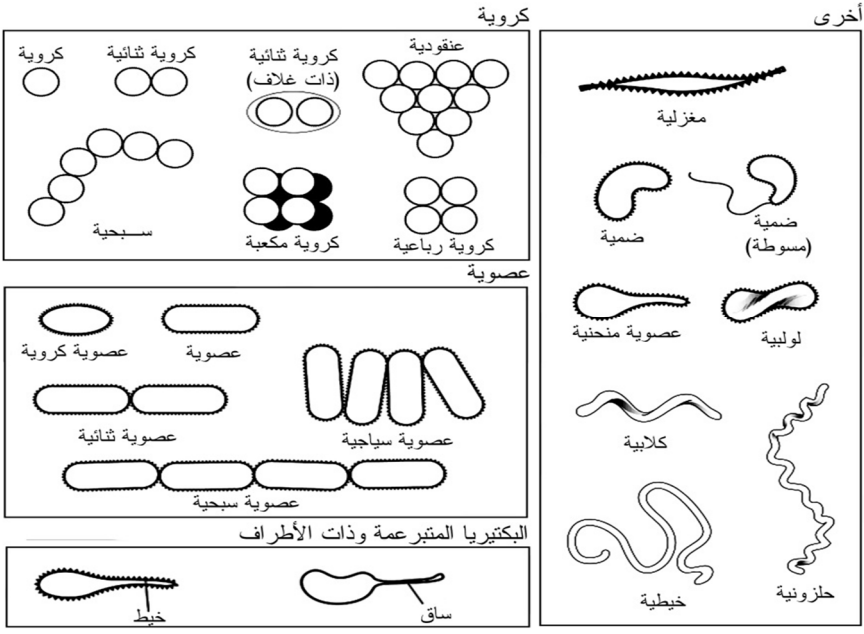
6- جنس Phodotrula: أفراد هذا الجنس لها القدرة على تكوين صبغات على شكل بقع ملونة على اللحوم ومخلل الملفوف.

7- جنس Torulopsis: تنمو أفراد هذه المجموعة على سطوح الأغذية المملحة، وكذلك القشدة والزبدة.

8- جنس Trichosporon: تنمو بعض أفراد هذه المجموعة على سطوح اللحوم والأجبان والعصائر.

9- جنس Schizosacchromyces: ترتبط أفراد هذه المجموعة بفساد الفاكهة خصوصاً التين والخوخ والعنب المجفف (الزبيب).

3- البكتيريا Bacteria: هي أحياء دقيقة لا ترى إلا تحت المجهر. يوجد ثلاث أشكال رئيسية لها منها الكروي، cocci والعصوي Bacilli والحلزوني Spirl، كما توجد أشكال أخرى نوضحها في الشكل (4).



شكل (4): بعض أشكال البكتيريا كما تبدو تحت المجهر.

ومن البكتيريا ما هو هوائي، ومنها لاهوائي. كما أن هناك بكتيريا مقاومة للحرارة وآخر منها محب للبرودة. وللبكتيريا قدرة هائلة على التكاثر في الظروف الملائمة حيث تستطيع مضاعفة أعدادها كل ساعة تقريباً. والخلايا البكتيرية تتكاثر بالانشطار فالخلية الواحدة تنقسم إلى خليتين وكل منها ينقسم بدوره. أما فيما يتعلق بتصنيف البكتيريا فستقتصر هنا على ذكر المجموعات البكتيرية المتعلقة بفساد وتصنيع الأغذية دون غيرها، والتي نوضحها كما يلي:

1- بكتيريا حمض اللاكتيك Lactic Acid Bacteria**:** تنتج هذه البكتيريا حمض اللاكتيك كناتج رئيسي عن عملية تخمر السكريات في الأغذية. بعضها متجانس الاختمار ينتج أيضاً كميات قليلة من المواد الطيارة مثل حمض الخل، وكذلك ثاني أكسيد الكربون بالإضافة إلى حمض اللاكتيك. والبعض الآخر منها متغاير الاختمار ينتج كميات كبيرة من حمض الخل والكحول وثاني أكسيد الكربون بالإضافة إلى حمض اللاكتيك.

كما يمكن تقسيم هذه المجموعة إلى بكتيريا حمض اللاكتيك محبة للحرارة المرتفعة، التي تكون درجة الحرارة المثلى لها بحدود 37°م. وبكتيريا حمض اللاكتيك المحبة للحرارة المنخفضة، التي تنمو جيداً بدرجة حرارة 30°م.

كما يمكن أن تقسم إلى بكتيريا قادرة على إنتاج حمض اللاكتيك من المنتجات النباتية، كالتي تستعمل في تخليل الخيار وبقية المخللات. وبكتيريا قادرة على إنتاج حمض اللاكتيك في الحليب. وثمة مجموعة ثالثة تنمو على اللحوم بدرجة حرارة منخفضة يطلق عليها بكتيريا حمض لاكتيك اللحوم.

تنتمي بكتيريا حمض اللاكتيك للأجناس التالية:

Microbacterium, Streptococuus, Leucomostoc, Pediococuus, Lactobcillus.

2- بكتيريا حمض الخل Acetic Acid Bacteria**:** تنتج هذه المجموعة حمض الخل كناتج رئيسي بواسطة أكسدة الكحول الإثيلي. وتتبع جنسين هما: Acetobacter, Acetomonas.

3- بكتيريا حمض البوتريك Butyric Acid Bacteria: معظم بكتيريا هذه المجموعة لا هوائي ومكون للجراثيم وتسبب روائح كريهة. وهي واقعة تحت جنس Clostridium.

4- بكتيريا حمض البربيونيك Propionic-Acid Bacteria: معظم البكتيريا من هذه المجموعة واقعة تحت جنس Propionibacteriam.

5- البكتيريا المحللة للبروتين Proteolytic Bacteria: جميع أنواع هذه البكتيريا تحتوي على أنزيم البروتينيز Proteinase. تقسم هذه المجموعة إلى مجموعة هوائية أو اختيارية، ويمكن أن تكون مكونة أو غير مكونة للجراثيم، ومجموعة ثانية لاهوائية مكونة للجراثيم.

وتُعد البكتيريا العصوية التالية: Clostridium, Bacillus, Pseudomonas, Protens بأنها بكتيريا منتجة للحمض ومحللة للبروتين Acid Proteolytic، حيث تقوم بإنتاج الحمض وتحليل البروتين بالتعاقب. أما البكتيريا Streptococcus Faecolis var, Liquefaciems, Micrococcus Casealyticus، فإنها تحلل البروتين لاهوائياً منتجة مركبات مختلفة مثل كبريت الهيدروجين H_2S ونيركابتان Nercaptans وأمينات Amines وأندول Indol... مصحوبة برائحة كريهة.

6- *البكتيريا المحللة للسكر* Saccharolytic Bacteria: هذه البكتيريا تحلل السكريات الثنائية أو المعقدة مائياً إلى سكريات أحادية (بسيطة). كما أن بعضها يفرز أنزيم الأمايليز الذي يحلل النشا خارج الخلية. وأهمها بكتيريا Clostridium Bacillus Subtilis, Butyricum.

7- البكتيريا المحللة للبكتين Pectlytic Bacteria: تسبب ليونة الخضار والفاكهة بسبب نشاطها في تحلل البكتين، وهي Erwinia, Bacillus, Clostridum.

8- البكتيريا المعوية Intestinal Bacteria: تضم بكتيريا القولون، حيث تسبب اضطرابات معوية، ويُعد وجودها في الغذاء أو الماء دليلاً على تلوثها

بفضلات الإنسان، وأهم أنواعها: Esherichia Coli and Aerobacter Aerogenes.

9- البكتيريا المحبة للحرارة العالية Thermophiles: هذه المجموعة تفضل النمو على درجة حرارة 55°م. وتسبب غالباً فساد الأغذية المعلبة التي لم تعقم بشكل جيد. ومن هذه البكتيريا Clostridum Thermosacchrolyticum, Lactobacillus, Thermophilus.

10- البكتيريا المحبة للحرارة المنخفضة Psychrototrophes: هذه المجموعة تنمو بدرجات حرارة تعلو درجة حرارة التجمد بقليل، فهي مهمة في حال الأغذية المحفوظة داخل البراد والمجمدة. وأهم أجناسها:
Pseudomonas, Achromobacter, Flavobacteriaum, Alcaligenes, Micrococcum, Lactobacillus, Aerobacter.

11- البكتيريا المحبة للملوحة Halophiles: تنمو في تركيزات عالية من الملح. وأهم أجناسها:
Halobacterium, Saroina, Micrococcum, Pseudmonas, Vibrio, Acrobacter, Pediococcus.

12- البكتيريا المحبة للضغط الأسموزي العالي Osmophilic: هذه البكتيريا تنمو جيداً في المحاليل السكرية المركزة. لذا يُطلق عليها أيضاً البكتيريا المحبة للسكريات. وأهم أجناسها: Leuconostoc.

13- البكتيريا المسببة للتسمم الغذائي والعدوى Bacteria of Food Poisoning: تشمل هذه المجموعة البكتيريا المنتجة للسم بعد نموها في الغذاء مثل بكتيريا Clostridium Botulonium و Staphylococcus Aureus. ومنها ما يسبب عدوى الغذاء مثل السالمونيلا Salmonellas.

14- البكتيريا الممرضة Pathogenic Bacteria: يُعد الغذاء أحسن وسيلة لنقل البكتيريا الممرضة للإنسان. ومنها البكتيريا التي تسبب الزحار والسل والكوليرا والتيفوئيد...

15- البكتيريا الملونة Pigmented Bacteria: تنتج هذه المجموعة بقعاً

ملونة عند نموها في الغذاء، مثل البقع البرتقالية والصفراء التي ينتجهـا جـنس Flavobacterium، والبقع الحمراء التي ينتجهـا جـنس Serratia، والجـنس Pseudomonas الذي ينتج بقعاً زرقاء، والجنس Lactobacilus الـذي يلـون سطح الجبن بلون أسمر غامق. هذه التلوثات تجعل المستهلك يعزف على تنـاول هذه الأغذية.

16- البكتيريا الخيطية أو المسـببة للزوجـة Slime-Or-Rope Forming Bacteria: أهمها النوعان المسببان لما يعرف بالحليـب الخيطـي: Aerobacter Aerogenes, Alcaligenes Viscosus. كما أن أنواع جنس Leuconstoc تنتج لزوجة في محاليل السكروز ولزوجة على سطوح الأغذية النامية عليهـا. وبعـض أنواع بكتيريا التابعة للجنسـين Lacobacillus, Streptococcus تجعـل الحليـب لزجاً. وبعض البكتيريا التابعة للجنس Mierococuus تسبب لزوجة على سـطوح اللحم والأسماك.

17- البكتيريا المكونة للغازات Gas Forming Bacteria: أهم أجناسـها: Leuconostoc, Lactobacillus التي تنتج غاز ثاني أكسيد الكربـون. بينمـا أجناس Proteus, Bacillus, Aerobactor, Echerchia تنـتج الهيـدروجين إضافة إلى غاز ثاني أكسيد الكربون.

ب- الأنزيمات الطبيعية في الأغذية

كما أن الأحياء الدقيقة تفرز أنزيمات تقوم بعمليات تحلل الأغذية وتخمرهـا أو تعفنها فإن خلايا الأغذية النباتية والحيوانية تفرز أيضاً أنزيمات، لهـا دورهـا في إفساد الأغذية. والأنزيمات في خلايا الأنسجة النباتية والحيوانية الحية تكـون ذات نشاط متوازن وضبوط، إلا أن هذا التوازن والضبط لا يلبثان أن يختلا بعـد قطاف الثمار أو ذبح الحيوان. فكما أن أنزيم الببسين لا يهضم جدار المعدة فـي الحيوان الحي السليم فإن بعد اختلال التوازن وموت الحيوان يبدأ هـذا الأنـزيم بهضم كافة الأنسجة البروتينية.

ومن خصائص الأنزيمات أنها تساعد الخضر والفاكهة في عملية الإنضاج،

ما لم يُوقف نشاطها فإنها ستستمر في العمل إلى حد إفساد الأغذيـــة. فهـــي إذن مسؤولة عن تغيرات النكهة والقوام واللون والقيمة الغذائية في الثمار.

و**نشاط الأنزيم** يتأثر بعوامل عديدة نذكر منها:

1- درجة الحرارة: لكل أنزيم درجة حرارة مثالية تكون قدرته في مساعدة التفاعل في حدها الأعلى، ثم يتناقص بعد ذلك إذا استمرت الحـــرارة بالارتفـــاع. وتتلف الأنزيمات على درجة حرارة 85°م. إلا أن بعضها يتحمل درجة حـــرارة الغليان لبضع دقائق. أما درجات الحرارة المنخفضة فلا تتلف الأنزيمات بل تقلل من نشاطها.

2- الحموضة: يرتبط نشاط الأنزيم بالحموضة أوثق ارتباط. وطبيعي فإن لكل أنزيم درجة مثلى يكون نشاطه أعظم ما يمكن، فإذا انخفضت أو ازدادت عن الدرجة المثلى فإن نشاطها يتأثر.

3- تركيز الأنزيم: كلما زاد تركيز الأنزيم كلما زاد نشاطه.

4- تركيز المادة الغذائية: كلما زاد تركيز المادة الغذائية التي يعمـــل فيهـــا الأنزيم يزداد نشاطه، حتى حد معين يكون التركيز غير مؤثر.

5- زيادة نواتج التفاعل: كلما زادت النواتج كلما قل نشاط الأنزيم.

6- المعادن الثقيلة: مثل الفضة والزئبق لها تأثير مثبط على نشاط الأنزيم.

7- الأشعة فوق البنفسجية: لها أيضاً تأثير مثبط على نشاط الأنزيم.

8- ثاني أكسيد الكبريت: له أيضاً تأثير مثبط على نشاط الأنزيم.

تقسم الأنزيمات حسب فعلها المُفسد إلى عدة أقسام نذكر منها:

أ- الأنزيمات الكربوهيدراتية: هي مجموعة تعمل على تحلل المواد السكرية إلى وحدات أصغر. ومن هذه المجموعة أنزيم الإنفرتيز (السكريز) الـــذي يحلـــل السكر الأبيض (القصب أو الشوندر) إلى غلوكوز وفركتوز. وأنـــزيم اللاكتيـــز الذي يحلل سكر اللاكتور إلى غلوكوز وغالاكتوز. كما يضم أنزيم المالتيز الـــذي يحلل سكر المالتوز إلى وحدتين من الغلوكوز.

ب- الأنزيمات البكتينية: هذه الأنزيمات تُسبب حدوث الطراوة في الفاكهـــة

والخضار نتيجة لتحلل البروتوبكتين المسؤول عن ترابط الأنسجة ببعضها، إذ يحدث هذا التغير إما نتيجة لزيادة مرحلة النضج في الثمار أو بسبب إصابة الثمار بفطر يفرز هذا الأنزيم.

جـ- الأنزيمات البروتينية: وهي المسؤولة عن تحلل البروتين في الأغذية. هذا التحلل يتم من خلال سلسلة من التفاعلات الأنزيمية المتتالية، وهي المسؤولة عن حدوث الروائح الكريهة التي تنتج عن اللحوم المتفسخة.

د- الأنزيمات الأستيرية: من هذه الأنزيمات أنزيم اللايبيز الذي يحلل الدهن إلى أحماض دهنية وجليسرول. وهو المسؤول إلى حد كبير عن فساد الدهون والزيوت النباتية.

هـ- الأنزيمات المؤكسدة: هذه المجموعة تضم الأنزيمات المسؤولة عن حدوث التلون الأنزيمي في بعض الخضر بعد تقشيرها مثل البطاطا والتفاح والباذنجان والخرشوف (الأنكناز)... كما يضم أنزيم الأسكربيز الذي يعمل على أكسدة فيتامين C في الفاكهة والخضار.

جـ - التفاعلات الكيميائية

هي التي لا دخل للأحياء الدقيقة ولا للأنزيمات بها. ويؤدي حدوثها في الغذاء إلى فساده أو تدني مستوى درجة جودته. ومن هذه التفاعلات:

1- تفاعل مكونات الغذاء مع بعضها، كتفاعل السكر الأحادي في الغذاء مع الأحماض الأمينية مسببة ما يُعرف بالاسمرار غير الأنزيمي.

2- تفاعل مكونات الغذاء مع جدار العبوة، كتفاعل الحمض في الغذاء مع معدن العبوة المُعرى مكوناً ملح وهيدروجين. وتفاعل المادة الكبريتية في الأغذية البروتينية مع المعدن المعرى مكوناً كبريت الحديد الأسود.

3- استخدام مواد خام تحتوي على تلوث معدني (كالحديد حيث يتحد مع التينات الموجودة في الخضار منتجة تينات الحديد ذات اللون الأسود).

4- استعمال مياه كلسية في سلق الخضار، والذي ينتج عنه تصلب الخضار البقولية.

5- استعمال خامات زراعية ملوثة بالمبيدات الفطرية والحشرية، فتسبب تسمم الأغذية.

6- وجود آثار مضادات حيوية نتيجة معالجة الحيوانات بها، فتظهر نتائجه على الحليب واللحم الناتجين.

د - الحشرات والطفيليات والقوارض

تسبب الحشرات تلفاً كبيراً للمنتجات الزراعية في الحقل وأثناء التخزين، فهي إضافة إلى ما تأكله فإنها تحدث جروحاً وثقوباً في الفاكهة والخضار والحبوب تسهل غزوها بالأحياء الدقيقة. كما أن الطفيليات التي تكون عادة بيوضها ملتصقة بالخضار الورقية مثل بيوض ديدان الأسكارس. وكذلك اللحوم المصابة ببيوض الديدان الشريطية والشعيرية الحلزونية وغيرها. كل هذه الإصابات تمنح المنتجات الغذائية سمة الفساد.

أما القوارض، فهي تشكل مشكلة كبيرة في إتلاف المنتجات الغذائية، فهي إضافة إلى تآكله فإنها تلوثها بفضلاتها التي قد تحمل أنواعاً كثيرة من البكتيريا الممرضة الخطيرة.

التغيرات التي تحدثها مسببات الفساد في الأغذية

1- التغيرات في المركبات البروتينية: تكون المركبات البروتينية عرضة للتحلل والتفكك بفعل الأنزيمات التي تفرزها الأحياء الدقيقة. فحدوث هذه التفاعلات في اللحوم يعقبها إزالة المجموعات الأمينية أو الكربوكسيلية أو كليهما ينتج عنه تكون نواتج مثل النشادر والأمينات وكبريت الهيدروجين وغاز ثاني أكسيد الكربون... ذات الروائح الكريهة.

2- التغيرات في المركبات السكرية: تعمل الأحياء الدقيقة على تفكيك المركبات السكرية إلى سكريات بسيطة، لتستمد منها الطاقة بأكسدتها هوائياً إلى ماء وثاني أكسيد الكربون، أو لا هوائياً بإحدى أشكال التخمرات الآتية:

- الاختمار الكحولي. - الاختمار اللاكتيكي. - الاختمار البروبيوني.

3- التغيرات في المواد الدسمة: يعمل أنزيم اللابيز الميكروبي إلى تحلل

الدسم إلى جليسرول وحموض دهنية، كما قد يؤكسد الحموض إلى حموض أخرى أكثر بساطة في التركيب، أو إلى نواتج أخرى مشابهة لنواتج أكسدة السكريات.

4- التغيرات في الحموض العضوية: تعمل الأحياء الدقيقة إلى أكسدة الحموض العضوية الموجودة في الأغذية فتحولها إلى كربونات فتصبح أكثر قلوية. وقد تتم هذه الأكسدة هوائياً حتى مرحلة إنتاج الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون.

5- التغيرات في المواد البكتينية: يفكك أنزيم البكتينيز الرابطة الأستيرية في جزء البكتين محرراً منه مجموعة الميثيل على هيئة كحول ميثانول.

تصنيف الأغذية حسب قابليتها للفساد

تصنف الأغذية حسب قابليتها للفساد إلى:

1- أغذية ثابتة: تشمل الحبوب والبقوليات الجافة والأغذية المجففة والسكر والدقيق. فهي تحتوي على نسبة منخفضة من الرطوبة. وهي لا تعطب أبداً إلا إذا أسيء تداولها وتخزينها. فهي تبقى من عدة شهور إلى عدة سنوات. والتلف الذي يحدث لهذه المجموعة يرجع إلى التخزين السيء، حيث أن زيادة الرطوبة يشجع نمو الأحياء الدقيقة. كما أن عدم حمايتها من هجوم الحشرات والقوارض يؤدي بالتأكيد إلى تلفها بسرعة.

2- أغذية متوسطة الثبات: هي أغذية إذا أحسن تداولها وتخزينها استمرت لفترات طويلة دون أن يطرأ عليها الفساد، مثل درنات البطاطا وبعض أصناف التفاح والبصل والثوم ولب الجوز واللوز وثمار البرتقال المغطاة بطبقة من الشمع. ويرجع بطئ حدوث الفساد فيها إلى احتوائها على نسبة من الرطوبة أقل من المجموعة اللاحقة، أو وجود قشرة سميكة تحميها من مهاجمة الأحياء الدقيقة. وعليه يجب حسن تداولها وتخزينها في ظروف مناسبة، خصوصاً من حيث درجات الحرارة والرطوبة النسبية.

3- أغذية غير ثابتة: تشمل هذه المجموعة معظم أغذيتنا اليومية مثل اللحوم والدواجن والأسماك ومعظم الفاكهة والخضار والحليب والبيض. وتتراوح المدة اللازمة لتلفها من بضع ساعات إلى عدة أيام. ويرجع ذلك إلى ملائمة تركيبها لعوامل الفساد المختلفة، حيث أنها تحتوي على نسبة مرتفعة من الرطوبة وعلى معظم العناصر الغذائية اللازمة لنمو وتكاثر الأحياء الدقيقة.

وجدير بالذكر أن بعض الأغذية يمكن أن توضع تحت صنف من الأصناف الثلاثة، ولكن البعض الآخر يقع على الحدود الفاصلة بين هذه الأقسام والتي من الصعب وضعها في قسم معين بذاته.

أشكال فساد المنتجات الغذائية

فساد الحليب:

الحليب وسط مناسب لنمو الكثير من الأحياء الدقيقة، كونه يحتوي على جميع العناصر الغذائية الضرورية لنمو هذه الأحياء، كالسكر القابل للاختمار، والبروتين الذي يشمل الكازين، وكذلك الدهن، وعلى كثير من العناصر المعدنية والفيتامينات. هذا إلى جانب احتوائه على كميات وفيرة من الماء اللازم لنمو وتكاثر الأحياء الدقيقة.

وقد دلت الإحصائيات أن عدداً كبيراً من الأطفال الذين كانوا يتغذون على حليب البقر الخام، وذلك قبل انتشار استعمال البسترة أو التعقيم قد ماتوا قبل إكمال السنة الأولى من أعمارهم بسبب انتقال الأحياء الدقيقة الممرضة إليهم عن طريق الحليب الخام.

ويجب ألا يغيب عن الأذهان بأن خلو الحليب من الشوائب والأقذار المرئية لا يعني نظافته، ففي كثير من الأحيان يكون الحليب الخام شديد التلوث بالأحياء الدقيقة على الرغم من خلوه من الشوائب والأقذار المرئية. وعليه فإن عدد الميكروبات وأنواعها المتعددة هي التي تحدد مدى تلوث الحليب أو نظافته. إذ إن من السهولة بمكان انتشار الأمراض بين الناس بسبب تناول حليب خام ملوث بميكروبات مرضية.

يتلوث الحليب الخام بالميكروبات المختلفة من مصادر متعددة أهمها:

1- الحيوان الحلوب: فالحيوان المريض ينتج بالتأكيد حليباً ملوثاً. كما أن ضرع وجسم الحيوان غير النظيفين ينتقل تلوثهما إلى الحليب الناتج.

2- أواني الحلابة: إن الأواني غير النظيفة التي يستقبل بها الحليب تزيد من تلوثه.

3- الحلاب: إن الحلاب المريض ينقل الميكروبات إلى الحليب. ومما يزيد من التلوث عدم نظافة يديه.

4- سوء تداول الحليب: إن عدم تصفية الحليب بعد الانتهاء من حلابته يفسح الفرصة لتكاثر أكثر في عدد الأحياء الدقيقة. كما أن عدم تبريد الحليب مباشرة ونقله إلى مراكز البيع أو التصنيع بارداً يعطي فرصة للأحياء الدقيقة بالتكاثر، بطريقة لوغارتيمية أي 10 و100 و1000 و10000 وهكذا...

وعليه فإن الحليب الطازج يكون عرضة للتلوث بمجرد نزوله من ضرع الحيوان الحلوب. هذا التلوث يمكن أن يكون مصدره – كما ذكرنا - ضرع الحيوان أو جسمه، أواني الحلابة، أيدي الحلاب غير النظيفة. كما أن عدم تصفية الحليب وتبريده بعد الحلابة يُنشط التلوث الميكروبي مما يفسح المجال لحدوث بعض أنواع الفساد نذكر منها:

1- الاحمضاض: عندما ترتفع حموضة الحليب غالباً ما يعتبر فاسداً، إلا إذا تقصدنا تحميضه لتحويله إلى لبن رائب أو كشك. يحدث الاحمضاض في درجات الحرارة الاعتيادية حيث تعمل البكتيريا الملوثة إلى تخمر اللاكتوز إلى حمض لبن ومواد أخرى مثل حمض الخل والكحول...

2- إنتاج الغاز: يتسبب بواسطة بكتيريا القولون، التي تنتج الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون في الحليب.

3- الحليب الخيطي أي ارتفاع لزوجة الحليب: هي في الغالب بسبب البكتيريا، وهي إما أن تكون اللزوجة ظاهرة في الجزء العلوي من الحليب، وإما أن تكون منتشرة فيه بصورة متجانسة.

4- التحلل البروتيني: يترافق تحلل البروتين في الحليب بواسطة البكتيريا إنتاج طعم مر نتيجة لتشكل بعض الببتيدات.

5- التحلل الدهني: يحدث تحلل لدهن الحليب بواسطة عدة أنواع من البكيتريا والخمائر والأعفان. وتشمل هذه التغيرات:

- أكسدة الحموض الدهنية غير المشبعة، إذ ينتج عنها ألدهيدات وكيتونات وحموض، وهذا ما يعطي الحليب نكهة زنخة.
- التحلل المائي للدهن الذي ينتج عنه التزنخ أيضاً.

6- تغير اللون: نذكر من هذه التغيرات:

1- الحليب المزرق، 2- الحليب المصفر، 3- الحليب المحمر. كل هذه التغيرات تحدثها أنواع مختلفة من البكتيريا. كما قد يتشكل اللون البني في الحليب بسبب أكسدة التيروسين الموجود في البروتين بواسطة بعض أنواع من البكتيريا.

فساد اللحوم والدواجن الطازجة:

إن النسج الداخلية لهذه اللحوم الطازجة لا تحتوي على أحياء دقيقة على الرغم من وجودها أحياناً في الغدد اللمفاوية ومخ العظام في الحيوانات. والعوامل الرئيسية للتلوث هي العدد والأدوات التي استعملت في عمليات الذبح والتوضيب. وكذلك محتويات القناة الهضمية. كما تسهم الأعلاف التي تقدم لها قبل الذبح كونها أحد المصادر الرئيسية للتلوث. وعليه فإن هذه اللحوم تتعرض للفساد بالدرجة الأولى بسبب استعمال الأدوات غير النظيفة. ومن مظاهر الفساد نذكر:

1- اللزج السطحي: يتم بواسطة بكتيريا في الظروف الهوائية.
2- تغير اللون: يتم بواسطة الأكسدة.
3- التزنخ: يتم بواسطة أنزيمات تفرزها الأحياء الدقيقة.
4- الرائحة الكريهة: بسبب نمو البكتيريا المحللة للبروتين.
5- الاحمضاض: يتم بفعل الأنزيمات التي تفرزها الأحياء الدقيقة.
6- التفسخ: يتم بسبب تفكك البروتينات لا هوائياً.
7- التبقع: يتم بسبب نمو الأعفان والبكتيريا.

فساد الأسماك الطازجة:

تتوقف كمية تلوث الأسماك على المحتوى الميكروبي للمياه التي تعيش فيها. وقد وجد أن اللزج المحيط بالسطح الخارجي للأسماك يحتوي على أجناس عديدة من البكتيريا.

وطبيعي فإن أسماك مياه الشمال يسود وجود البكتيريا المحبة للبرودة، بينما أسماك مياه المناطق الاستوائية يسود وجود البكتيريا المحبة للحرارة المعتدلة، في حين أسماك المياه العذبة تنتشر بها البكتيريا الموجودة عادة في المياه العذبة إضافة إلى البكتيريا الموجودة في المياه المالحة. ومما يزيد من التلوث السطحي للسمك، عدم تبريد الأسماك مباشرة بعد صيدها وكذلك سوء تداولها ونقلها وعرضها. وعليه فإن من العوامل المساعدة على حدوث الفساد في الأسماك هي مقدار تلوث المياه التي تعيش فيها، والتداول بعد الصيد، ودرجة حرارة المحيط. كما إن عدم غسل السمك بعد صيده مباشرة بالماء المكلور، وعدم سرعة تبريده بواسطة الثلج المجروش أو بأي وسيلة تبريد أخرى يؤدي إلى فساده بسرعة. ومن أشكال الفساد نذكر:

1- اتساع اللزج السطحي على الجلد، خاصة قرب الزعانف والغلاصم.

2- تغور العينان وتتكمشان وتنطلق منها رائحة كريهة.

3- تغير لون الغلاصم إلى الزهري الشاحب، ثم إلى الرمادي وتفوح منها رائحة النشادر.

4- ظهور طراوة على الجسم، فيصبح سهل الانضغاط بالإصبع، يترافق مع رائحة نتنة بسبب انطلاق الأندول وغيره.

فساد البيض الطازج:

إن محتويات البيضة الناتجة عن دجاجة سليمة تكون في أغلب الأحيان خالية من التلوث الميكروبي. إلا أن تلوث القشرة بالبراز من المجاثم، والتداول غير الصحيح، وعدم حفظه داخل غرف التبريد يؤدي إلى تلوثه وفساده. ومن مظاهر الفساد التي تحدث للبيض ما يلي:

1- التفسخ: تسببه بعض أجناس البكتيريا.
2- التعفن: أولها ما يعرف برأس الدبوس بلون أخضر وأزرق وأسود.
3- النكهة الترابية: تسببها بكتيريا يكون مصدرها الفرشة.
4- الجفاف: يحدث بسبب طول فترة التخزين.
5- سيولة المحتويات: يحدث أيضاً بسبب طول فترة التخزين.
6- زيادة القلوية: يحدث أيضاً بسبب طول فترة التخزين.

فساد العسل:

العسل داخل خلاياه يكون نظيفاً ومعقماً. إلا أن استعمال الأواني والأدوات الملوثة في استخراجه يؤدي إلى تلوثه، وبذلك يكون مؤهلاً للفساد. وهناك ظاهرتين فساد يمكن أن تحدث في العسل:

1- التبلور: يُعتقد أن نسبة الدكستروز إلى الليفولور إلى جانب الرطوبة المكتسبة تسرع في حدوث هذه الظاهرة.

2- التخمر: تحدثه بعض الخمائر الملوثة إذ يتكون نتيجة ذلك كحولات وCO_2. وبوجود الأكسجين يتحول الكحول إلى حمض خل وماء. ونتيجة لهذا التحلل يصبح العسل ذو طعم حمضي مع وجود غازات تظهر على شكل فقاعات هوائية.

فساد الفاكهة والخضار الطازجة:

إن الفاكهة والخضار وهي على أشجارها أو شجيراتها تكون ملوثة بشكل طبيعي بالأحياء الدقيقة. هذه الأحياء تكون على السطوح. فإذا تمت عملية القطاف والتعبئة بطريقة خاطئة فإن ذلك يؤدي إلى تجريح وتهشيم الثمار، مما يؤدي إلى فتح الطريق لهذه الأحياء الدقيقة بالدخول إلى الأنسجة الداخلية مسببة فسادها. هذا بالإضافة إلى أن إصابة الثمار أو الأجزاء النباتية بمرض سابق يشكل عاملاً إضافياً يجعلها غير صالحة للاستهلاك، أو أنه يمهد الطريق لنمو البكتيريا الرمية بها وبالتالي فسادها. كما أن تلامس الثمار السليمة مع المصابة يؤدي إلى انتقال الأحياء الدقيقة المسببة للفساد، الأمر الذي يزيد احتمال حدوث فساد أكثر.

ومن **أنواع الفساد الميكروبي** الذي يحدث نذكر:

1- التعفن الطري البكتيري Bacterial Soft Rot: تكون أعراضه مظهر مائي للثمار، قوام رخو، رائحة كريهة. وهو يصيب معظم الخضار والفريز.

2- التعفن الرمادي Gray Mold Rot: تكون أعراضه نمو ميسليوم رمادي على الثمار المصابة. وهو يصيب معظم الخضار والفاكهة.

3- التعفن الرخو الريزومي Rhizopus Soft Rot: تكون أعراضه نموات بيضاء مغطاة ببقع سوداء صغيرة. وهو يصيب البازلاء والبطاطا والملفوف والخيار والثمار القرعية ومعظم الفاكهة.

4- الإنثراكنوز Anthracnose: أعراضه تبقعات على الأوراق والثمار والقرون وبقية أجزاء النبات. وهو يصيب البصل والبازلاء والثمار القرعية ومعظم الفاكهة.

5- عفن الألترنزيا Alternaria: ظهور نموات خضراء مسمرة تتحول إلى بقع بنية أو سوداء. وهو يصيب البطاطا والملفوف والبندورة والليمون والفريز ومعظم الفاكهة.

6- التعفن الأزرق Blue Mold Rot: تظهر أعراضه على شكل بقع خضراء أو مزرقة. يصيب الخيار والشمام والبندورة والعنب والحمضيات والتين والتفاح والأجاص.

7- التعفن الأبيض Downy Mildow: كتل بيضاء لها أوبار يصيب السبانخ والخس والملفوف والفليفلة والبندورة والليمون والإجاص (الكمثرى).

8- التعفن الرخو المائي Watery Soft Rot: تظهر الأعراض على شكل طراوة النسج وقوام مائي للخضار. يصيب البازلاء والجزر والخس والملفوف والبندورة والكريفون والتفاح.

9- تعفن طرف الساق Stem-end Rot: يصيب الثمار القرعية والحمضيات.

10- التعفن الأسود Black mold Rot: يصيب البصل والثوم ومعظم الفاكهة.

11- التعفن القرنفلي Pink mold Rot: يصيب الخيار والشمام والتفاح والأجاص.

12- التعفن بالفيوزاريم Fusarium Rot: يصيب الجزر والبطاطا والخيار والبندورة والبرتقال.

13- التفعن الأخضر Green mold Rot: يصيب الفليفلة والبندورة والبرتقال.

14- التعفن البني Brown Rot: يصيب البطاطا ومعظم الفاكهة.

فساد الحبوب:

تكون الحبوب عادة جافة، لذا فإن فرصة فسادها بالأحياء الدقيقة ضعيف. وعلى الرغم من ذلك فإن الفرصة مهيأة لفسادها إذا كانت نسبة الرطوبة فيها عالية أو أجواء المخزن مهيأة لرفع نسبة الرطوبة في هذه الحبوب. وبهذه الحالة تهاجم من قبل الأعفان مسببة نموات زغبية على سطوحها. أما إذا كانت نسبة الرطوبة أعلى نسبياً فإن الظروف ستكون مهيأة لنمو الخمائر والبكتيريا، وما يتبع ذلك من اختمارات. كما أن الحشرات والقوارض لها دورها في تلف الحبوب كاملاً ما لم تتخذ الإجراءات الوقائية لمنع ذلك.

أساليب المحافظة على طزاجة الأغذية

إن الأساس في المحافظة على طزاجة المنتجات الغذائية وبقائها لفترة أطول يعتمد بشكل رئيسي على وقف أو تأخير نشاط عوامل الفساد التي سبق لنا شرحها. والهدف من ذلك تنظيم تسويق هذه المنتجات وتجنب حدوث أي كساد تكون نهايته وقوع المُنِتج الزراعي في خسائر في غنى عنها. وعليه فإن العديد من الإجراءات يجب أن تتخذ لتمديد فترة بقائها طازجة لحين تسويقها.

ومن هذه الإجراءات نذكر: 1) منع التلوث. 2) استبعاد الأحياء الدقيقة. 3) التخزين العادي. 4) التخزين المبرد (داخل غرف التبريد).

1- منع التلوث:

من المعروف أن كل منتج طازج سواء كان نباتياً أو حيوانياً يحمل حمولة ميكروبية طبيعية Microflora ملتصقة على سطوحه. هذه الحمولة تبقى في العادة ساكنة لبعض الوقت طالما أن هذه المنتجات سليمة من الجروح والخدوش والرضوض. أما إذا خُدشت سطوح هذه المنتجات أو تصدعت فإن الأحياء الدقيقة ستستيقظ وتغزو الأنسجة الداخلية مسببة سرعة فسادها.

ومن الإجراءات الهامة التي يجب أن تتخذ في هذا الصدد:

أ- بالنسبة للثمار: إجراء عملية القطاف بطريقة سليمة تضمن عدم حدوث أي تجريح للثمار، ثم تعبئتها ضمن سلال أو صناديق نظيفة ذات سطوح داخلية ملساء خالية من البروزات والمسامير. مع ضرورة استبعاد كافة الثمار المصابة.

ب- بالنسبة للبيض: إجراء عملية الجمع والتدريج بطريقة تضمن عدم تصدع البيض.

جـ- بالنسبة للحوم: إن استعمال أدوات نظيفة ومطهرة في عمليات الذبح والتوضيب تفيد في منع تلوث اللحوم والدواجن.

د- بالنسبة للأسماك: إن غسل الأسماك مباشرة بعد صيدها بالماء المكلور يفيد في إزالة قدر ملموس من تلوثها الميكروبي. كما أن تداولها بشكل صحيح وخلطها مع الثلج المجروش يفيد في بقائها طازجة لفترة أطول.

هـ- بالنسبة للحليب: إن إجراءات غسل ضرع الحيوان الحلوب قبل عملية الحلابة، وغسل يدي الحلاب واستعمال أواني نظيفة في استقبال الحليب له أثره في التخفيف من تلوث الحليب.

2- استبعاد الأحياء الدقيقة:

تتم عملية استبعاد الأحياء الدقيقة من المنتجات بطرق تختلف حسب نوع المنتج. فمثلاً بالنسبة للحليب الطازج فإن سرعة تصفيته بعد الانتهاء من الحلابة ثم تبريده تفيد في استبعاد الشوائب وقدر ملموس من مسببات التلوث الميكروبي.

وفيما يتعلق بالثمار، فإن استبعاد الثمار الفاسدة والمصابة له دوره في المحافظة على بقية الثمار سليمة ضمن الصندوق الواحد.

وتفيد عملية غسيل الأغذية الطازجة بالماء النظيف في إزالة قدر ملموس من التلوث الميكروبي. غير أنه قد يكون ضاراً في حالات أخرى كون قطيرات الماء الدقيقة التي تبقى على سطوح الثمار والبيض تشجع نمو الفطريات على سطوحها.

3- التخزين العادي:

إن تخزين المنتجات في أماكن نظيفة ومهواة بشكل طبيعي مثل الأقبية، يفيد في إطالة مدة بقائها طازجة لبعض الوقت. هذه الفترة تختلف حسب نوع الغذاء. فالفاكهة والخضار إذا أُحسن ترتيبها بشكل يسمح بمرور الهواء بينها وجرى حمايتها من أشعة الشمس ومن هجوم الحشرات والقوارض فإن فترة بقائها تكون بين يومين أو ثلاث، شرط أن تتم عملية التخزين هذه بعد إجراء عملية استبعاد الثمار المصابة عنها. أما الحبوب والبقوليات الجافة فإن فترة بقائها داخل هذه المستودعات أطول، إذا أُحسن ترتيب أكياسها على طبالي خشبية وجرى حمايتها من هجوم الحشرات والقوارض.

4- التخزين المبرد (التبريد):

يُعد التخزين المبرد للمنتجات الغذائية وسيلة ناجحة في إطالة مدة بقائها لفترة من الوقت ريثما يتم تسويقها، شريطة مراعاة الاعتبارات الخاصة بالتبريد، وهي الإسراع بتبريد المنتج وانتقاء درجة الحرارة والرطوبة النسبية المناسبة واتباع الأساليب الصحيحة في التبريد. والحفظ بالتبريد في الواقع لا يوقف نشاط عوامل الفساد بل يؤخره لبعض الوقت.

للمزيد من التفصيل اقرأ الفصل الخاص "بحفظ المنتجات الغذائية داخل غرف التبريد".