**تلف المواد الغذائية أو فساد الأغذية (Food spoilage)**

هو تغيرات في المظهر والنكهة والرائحة، وغيرها من صفات المواد الغذائية بسبب نمو الجراثيم الذي يؤدي إلى تدهورها وفسادها وتحللها، ويُعرف أيضًا بأنه حالة التعفن التي تصيب المواد الغذائية فتُصبح غير صالحة للأكل البشري، أو أن جودتها تُصبح أقل، حيث أن هناك عوامل خارجية أثرت فيها، كما يُعرف كذلك بأنه كل تغيير يجعل الغذاء غير مقبول به لمجموعة من الناس.

**عوامل فساد الأغذية (مسببات الفساد):**

يعود سبب الفساد إلى تأثير واحد أو أكثر من العوامل التالية:

1- نمو الأحياء الدقيقة ونشاطها.

2- الحشرات والقوارض.

3- النشاط الأنزيمي في الغذاء النباتي أو الحيواني.

4- تفاعلات كيميائية.

5- تغيرات فيزيائية.

6- تأثير العوامل البيئية المحيطة (حرارة ورطوبة وهواء وضوء).

**الفساد الحاصل بواسطة الأحياء الدقيقة:** يسمى بالفساد الميكروبيولوجي, وينتج عن تأثير الأحياء الدقيقة الموجودة في الماء والتربة والهواء, والتي تصل إلى المادة الغذائية وتلوثها, وتفسد المادة الغذائية عند الظروف الملائمة لنشاطها:

1- الجراثيم Bacteria:

أ- تغيرات غير مقبولة من ناحية المنظر يجعل النمو الجرثومي في المواد الغذائية غير مقبولة من ناحية المنظر وبالتالي مرفوضة كغذاء, فالصبغة الناتجة عن الجراثيم تسبب تلون سطح المادة الغذائية كما في سطح اللحوم, وغالبا ما تشكل الجراثيم غشاء ميكروبيا يغطي سطح السوائل كما في المخللات والجبن, هذا الإضافة إلى أن النمو الجرثومي يظهر سطح المادة لزجا, كما أن نمو الجراثيم في السوائل الغذائية يجعل مظهرها عكرا وغير مقبولا, أو قد يسبب تشكل ترسبات في قعر الإناء.

ب- تغيرات غير مرغوبة من الناحية الكيميائية: تنمو الجراثيم في المادة الغذائية وتحدث فيها تغيرات كيميائية تشتمل هذه التغيرات على تحلل المواد الكربوهيدراتية المركبة (السكريات العديدة) إلى مواد بسيطة, والبروتين إلى ببتيدات عديدة وحموض أمينية وأمونيا, والدهن إلى غليسرول وحموض دهنية. وتنتج عن عملية الأكسدة والاختزال -التي تتم من قبل الجراثيم- حموض عضوية وكحول وألديهيدات وكيتونات وغازات مختلفة مثل كبريت الهيدروجين H2S وثاني أوكسيد الكربون CO2 والهيدروجين H2 والنشادرNH3.

ج- تغيرات غير مرغوبة من الناحية الصحية: كما تسبب بعض أنواع من الجراثيم أمراضا للإنسان والحيوان وتدعى بالجراثيم الممرضة Pathogenic bacteria, قد تسبب هذه الجراثيم الأمراض بنفسها, أو بما تفرزه من ذيفانات (توكسينات Toxins) سامة في الغذاء.

2- فطريات العفن Molds:تنتشر فطريات العفن انتشارا واسعا في الطبيعة فهي توجد في التربة الرطبة والجافة وفي المياه العذبة والمالحة. تسبب فطريات العفن أمراض النبات, كما أنها المسؤولة عن بعض الأمراض المعدية للحيوان, وتسبب فساد الأغذية ولكنها في الوقت نفسه مفيدة في تسوية بعض أنواع الجبن وإنضاجها كما في جبن الروكفورت والكامبرت.تتميز فطريات العفن بأنها أقل احتياجا للماء من الخمائر والجراثيم, وهي هوائية إجبارية, وتنمو جيدا في الأوساط الحامضية (4.5-3.5 pH) كما أنها بطيئة النمو وتتنحى عندما تكون الظروف البيئية المحيطة ملائمة لنمو الخمائر والجراثيم, لكنها تتمكن من مقاومة الضغوط الأسموزية المرتفعة وتعيش في وسط غذائية ذي تركيز عال من السكر يتراوح ما بين 50-60%.

3- الخمائر Yeasts: تنتشر الخمائر في اماكن مختلفة من الطبيعة, لكنها أقل انتشارا من الجراثيم, تحتاج الخمائر إلى كميات من الماء, اكثر مما تحتاجه فطريات العفن وأقل من الجراثيم. تنمو جيدا في الأوساط الحامضية (4.5-4 pH), وتقسم حسب احتياجها للأوكسجين إلى خمائر سطحية أو غشائية تنمو على سطح المادة الغذائية معطية غاز الفحم CO2, وخمائر تنمو وتتكاثر بغياب الأوكسجين ويطلق عليها خمائر لا هوائية وتمسى بالخمائر المخمرة أو القاعية.

**العوامل المؤثرة في نوع الأحياء الدقيقة وأعدادها في الأغذية:**

يتأثر عدد الأحياء الدقيقة الموجودة في غذاء ما ونوع هذه الأحياء بمقدار التلوث الذي يتعرض له الغذاء ونوع هذا التلوث وبمقدار فرص النمو التي تتاح لهذه الأحياء, وأخيرا بنوع المعاملة التي يتعرض لها الغذاء في أثناء تحضيره. واهم العوامل المؤثرة في نمو الأحياء الدقيقة في الأغذية:

**أولا- العلاقات المتبادلة لنمو الأحياء الدقيقة في الأغذية:**

1- التنافس Antagonism:وهي علاقة تنافس بين نوعين أو أكثر بحيث تختفي الأنواع الأقل مقاومة, أو يمكن أن يؤثر احد المتنافسين مباشرة في منافسيه بإنتاج مركبات سامة تعيق نموها. ويحدد التنافس بين مختلف أنواع الجراثيم والخمائر وفطريات العفن النامية في الغذاء نوع الفساد, فإذا كانت ظروف النمو وشروطه ملائمة للجراثيم والخمائر وفطريات العفن على حد سواء, كانت السيادة في النمو للجراثيم يليها في ذلك الخمائر وأخيرا فطريات العفن, ولا تفوق الخمائر الجراثيم في النمو إلا إذا كانت لها الأسبقية في النمو, أو إذا كانت الظروف غير مناسبة لنمو الجراثيم. وتكون سيادة فطريات العفن في الحالات الملائمة لنموها وغير الملائمة لنمو الجراثيم والخمائر.وحتى أنواع الجراثيم الموجودة في الغذاء تتنافس فيما بينها ويكون التفوق عادة لأحد أنواعها من دون البقية, وكذلك بالنسبة للخمائر أو فطريات العفن حيث تكون النهاية بامتياز أحد الأنواع على البقية.

2- المنفعة المتبادلة (التعايش) Symbiosis:تكون الكائنات الحية الدقيقة مفيدة في نموها لبعضها البعض, أو دون مساعدة أو إعاقة لنمو الأنواع الأخرى من الكائنات الحية الدقيقة. كأن يقوم أحد الطرفين بعملية استقلاب لبعض المركبات الغذائية فيؤدي لزيادة حموضة الوسط وبالتالي يخلق ظروفا مناسبة لنمو كائن ثاني يستطيع النمو في البيئة الحامضية الجديدة.وأعظم أشكالها ما يسمى بالتحول الحيوي وهو تكافل بعض المكورات ذات التخمير غير المتجانس التي تؤدي إلى تشكيل مادة مخاطية في المحاليل الكحولية, في الظروف اللاهوائية, ولكن تدفق الأوكسجين يعمل على إتلاف هذه المادة وزوالها ووقف نمو المكورات, إلا أن الخمائر السطحية وجراثيم حمض الخل تستهلكان الأوكسجين المتدفق, وبالتالي تساعد المكورات على الاستمرار في النمو والنشاط.وكذلك عندما يعمل أحد أنواع الأحياء الدقيقة على جعل الظروف ملائمة لنمو نوع آخر, أو يمكن للنوعين النمو في آن واحد, غير أن الأمر الأكثر شيوعا هو تعاقبهما, ويمكن توضيح التحول الحيوي بالمثال التالي:يحدث عادة في الحليب الطازج وفي درجة حرارة غرفة التخمر الحامضي بواسطة جراثيم Streptococcus , وتأتي بعدها جراثيم حمض اللبن Lactobacilli فتزيد من الحموضة حتى تتوقف الجراثيم عن النمو بفعل الحموضة المتشكلة, وأخيرا تنمو الخمائر الغشائية وفطريات العفن على سطح الحليب فتنخفض الحموضة مما يسمح للجراثيم المحللة للبرويتينات Proteolytic bacteria بالنشاط.

3- المعيشة المتطفلة: وهي عملية تطفل بعض الكائنات الحية الدقيقة على خلايا أو سوائل داخلية لكائن حي آخر يسمى بالمضيف (الثوي) Host فيسبب له أذى بشكل كبير, ومن المحتمل أن يؤدي ذلك إلى موته. وهذا ما يحدث عند دخول الطفيليات إلى جسم الإنسان والحيوان.

4- المعيشة الرمية:وهي منفعة من طرف واحد, وذلك باستفادة أحد الأطراف فقط من دون أن يلحق الضرر بالطرف الثاني, ومثالها الكائنات الرمية على المخلفات.

**ثانيا- قوام الغذاء وحالته الفيزيائية:**

يؤثر وجود الغذاء بحالة غروية أو مجمدة أو جافة أو رطبة على احتمال فساده أو عدمه, وعلى نوع الفساد أيضا, ويعتبر ماء الغذاء من أهم العوامل التي تحدد نمو الأحياء فيه, حيث توافره ضروري لها جميعا كي تنو وتنشط, ولا يكفي مجرد وجود الماء في الغذاء حتى يتحقق ذلك بل يجب أن يكون بإمكان الأحياء الدقيقة استعماله (الاستفادة منه) وأن لا يكون مرتبطا بطريقة ما كارتباطه مع الملح أو السكر, أو الغرويات المحبة للماء.

**ثالثا- العوامل البيئية:**

**1- درجة الحرارة**: تعد درجة الحرارة من أهم العوامل البيئية المؤثرة في نمو ونشاط الأحياء الدقيقة بتأثيرها على التفاعلات الكيميائية, وعمليات الاستقلاب الخلوية, ولكل كائن حي مجال حراري معين لينمو وينشط فيه, فمثلا جراثيم Bacillus subtilis لها مجال حراري واسع, إذ يمكنها النمو ما بين 6 مْ وحتى 50 مْ, ويكون لجراثيم الأشريكية القولونية Escherichia coli مجال حراري أضيق يقع بين 10 مْ حتى 45 مْ, وتملك الجراثيم الممرضة مجالا حراريا ضيقا جدا, مثل عصيات السل التي تفضل درجة حرارة الجسم, وضمن المجال الحراري يمكن تحديد ثلاث درجات حرارة لنمو الكائنات الحية الدقيقة:

أ‌- درجة الحرارة الدنيا: وهي أدنى درجة حرارة يمكن أن ينمو عندها الكائن الحي الدقيق, وإذا انخفضت درجة الحرارة عن هذا الحد فإن الكائن الحي لا يستطيع النمو.

ب‌- درجة الحرارة المثلى: هي أفضل وأنسب درجة حرارة لنمو الكائن الحي الدقيق, وعندها يلاحظ أفضل نمو, وغزارة في إنتاج الخلايا.

ت‌- درجة الحرة القصوى: وهي أعلى درجة حرارة يمكن للكائن الحي أن يتكاثر عندها, وإذا تجاوزت درجة الحرارة هذا الحد توقف النمو.

**وتبعا لدرجة حرارة النمو المثلى يمكن تقسم الجراثيم إلى المجموعات التالية:**

1- الجراثيم المحبة للبرودة: هي الجراثيم التي درجة حرارة نموها المثلى تقع في حدود التبريد (10-20) مْ, وأنسب درجة حرارة نمو لها تكون عند الدرجة 15 مْ. يتبع هذه الجراثيم كل من الجراثيم سالبة صبغة غرام والعصوية مثل جنس Flavobacterium و Pseudomonas و Achromobacter, والبعض موجب لصبغة غرام مثل المكورات Micrococcus. تموت الجراثيم المحبة للبرودة بحرارة البسترة, ووجودها في المادة الغذائية المبسترة دليل مؤكد على حدوث التلوث بعد عملية البسترة.

2- الجراثيم المحبة للحرارة المتوسطة: درجة حرارة نموها المثالية بين (20-45) مْ. وتتضمن أنواع الجراثيم الممرضة والقادرة على النمو عند درجة حرارة الجسم البشري, مثل جراثيم السل Mycobacterium tuberculosis وجراثيم السالمونيلا Salmonella

3- الجراثيم المقاومة للحرارة: تفضل جراثيم هذه المجموعة درجة حرارة متوسطة, وتستطيع خلاياها الخضرية تحمل درجة حرارة البسترة العادية في منتجات الألبان. ووجود هذه الجراثيم بأعداد كبيرة في المادة الغذائية دليل على الإهمال في الإنتاج, وأهم الأجناس التابعة لها: Bacillus و Streptococcus و جراثيم القولون .Escherichia

4- الجراثيم المحبة للحرارة المرتفعة: تقع درجة حرارة النمو المثالية بين (45-55) مْ وتقسم إلى قسمين: جراثيم محبة للحرارة المرتفعة اختياريا, وجراثيم محبة للحرارة المرتفعة إجباريا.

**2- الرطوبة:** الماء ضروري لنمو جميع الكائنات الحية الدقيقة, ويقوم بعدة وظائف في الكائنات الحية الدقيقة, فهو ضروري لإذابة العناصر الغذائية التي يحتاجها الجسم ونقلها للداخل, ويحمل نواتج عملية الاستقلاب إلى خارج الخلية الحية, ويحافظ على شكل الخلية ورطوبة السيتوبلازما.

**3- الضغط الأسموزي:** يعرف الضغط الأسموزي بأنه انتقال جزيئات الماء من التركيز المنخفض إلى التركيز العالي, ويؤثر الضغط الأسموزي في الخلية الحية في سرعة تيار الماء واتجاهه من الخلية إلى الوسط الخارجي أو بالعكس. وبذلك يمكن تمييز ثلاثة محاليل: محاليل سوية الأسموز, ومحاليل عالية الأسموز, ومحاليل منخفضة الأسموز.

**4- الأوكسجين:** يؤثر الأوكسجين في نمو الأحياء الدقيقة وتكاثرها, ويمكن تقسم الأحياء الدقيقة حسب احتياجها إلى الأوكسجين إلى ما يلي:-

أ- أحياء دقيقة هوائية إجباريا: تنمو بوجود الأوكسجين, وتموت بغيابه, مثل فطريات العفن وجراثيم حمض الخل.- أحياء دقيقة لا هوائية إجباريا: تنمو بغياب الأوكسجين, وتموت بوجوده, مثل جراثيم كلوستريديوم Costridium.-

ب- أحياء دقيقة هوائية اختياريا أو لا هوائية اختياريا: تستطيع النمو بوجود أو غياب الأوكسجين.- أحياء دقيقة شحيحة الحاجة للأوكسجين: تفضل النمو في وسط يحتوي على كميات قليلة من الأوكسجين.

**5- درجة الحموضة pH:** تؤثر درجة الحموضة في نمو الأحياء الدقيقة ونشاطها, فتوقف الحموضة الشديدة أو القلوية الشديدة نمو الجراثيم, بتأثيرها في تجميع بروتين أنزيمات الخلية الحية.

**6- تأثير الضوء والأشعة:** تحتاج الجراثيم الممثلة للضوء إلى وجود الضوء المرئي من أجل النمو والتكاثر, وتستطيع تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية, لاحتوائها على مواد ملونة تشبه اليخضور. أما الجراثيم التي لا تحتوي على مواد ملونة فإنها تتضرر بالأشعة المرئية وغير المرئية (الأشعة الحرارية وتحت الحمراء).ويتناسب نفاذ الأشعة لداخل الخلية الحية عكسا مع طول الموجة الضوئية, لذلك تستخدم الأشعة فوق البنفسجية UV (Ultra Violet) ذات الأمواج الضوئية القصير في القضاء على الأحياء الدقيقة العالقة على سطوح المواد الغذائية. إذ يعود هذا التأثير إلى تكوين الأوزون O3 من أوكسجين الهواء الجوي.

وهناك عدد من الطرق الوقائية التي تحفظ الطعام والغذاء من التلف والعفن أو تؤخره

- يمكن للمواد الحافظة أن توسع العمر الافتراضي للأغذية ويمكن أن تطيل الوقت الطويل بما فيه الكفاية ليتم حصادها ومعالجتها وبيعها وإبقاؤها في منزل المستهلك لفترة زمنية معقولة.

- التبريد يمكن أن يزيد من العمر الافتراضي لبعض الأطعمة والمشروبات.

- التجميد يحافظ على الطعام لفترة أطول، مع أخذ العلم بأنه للتجميد شروط معينة لبعض الأطعمة.

- يمكن أن يحفظ تعليب الطعام الغذاء لفترة طويلة، سواء كانت معلبة في المنزل أو تجاريًّا.

- يحمي التخمر اللبني أيضًا الطعام ويمنع التلف.