فساد الأغذية Food Spoilage

يعرف الفساد بأنه أي تغيير غير مرغوب فيه, ويعرف فساد الأغذية بأنه كل تغيير يجعل الغذاء غير مقبول لمجموعة من الناس, سواء من الناحية الصحية أو من ناحية الطعم, أو الشكل أو اللون أو الرائحة, وحسب هذا التعريف يمكن لغذاء ما أن يكون صالحا لمجموعة من الناس وفي الوقت نفسه فاسدا بالنسبة لمستهلكين آخرين, فمثال يقبل المصريون على تناول سمك الفسيخ بشهية ممتازة, كما أن الهنود يفضلون الزبدة التي بدأت علامات التزنخ تظهر على نكهتها, في حين لا يتقبل آخرون تناول السمك الفسيخ والزبدة الهندية, ويعتبرونها مواد فاسدة .تعد ظاهرة الفساد من الظواهر الطبيعية والحتمية كونها تحدث ذاتيا وبشكل رئيس من خلال تأثير الأنزيمات الموجودة في الغذاء أو الأنزيمات المفرزة من قبل الأحياء الدقيقة الموجودة في المادة الغذائية أو على سطح المادة الغذائية, وتساعد عوامل الفساد المختلفة على حدوث عملية الفساد .وبالرغم من وجود الفروق الفردية في الحكم على صلاحية غذاء ما للاستهلاك من عدمه, فلابد من وجود معايير عامة يلزم الأخذ بها عند الحكم على صلاحية الغذاء وهي :

1. وجود الغذاء في مرحلة ملائمة من النمو والنضج .

2. خلو الغذاء من التلوث خلال مراحل الأنتاج والتدوال .

3. خلو الغذاء من التغيرات غير المقبولة الناجمة عن النمو الميكروبي أو النشاط الأنزيمي في الغذاء.

وتقسم المواد الغذائية من حيث قابليتها للفساد تبعا لعدة عوامل أهمها **التركيب الكيميائي** وبناء على هذا تقسم المواد الغذائية إلى ثلاثة أقسام :

1. الأغذية الثابتة (الأغذية غير قابلة للفساد Stable or non-perishable foods) : وهي الأغذية التي لاتفسد أبدا إلا إذا أسيء تدوالها, مثل السكر والدقيق وبذور الفاصولياء الجافة, وهذا يعود إلى كون التركيب الكيميائي غير ملائم لنشاط عوامل الفساد المختلفة, نظرا لإحتواء المادة الغذائية على نسبة قليلة من الرطوبة الحرة. إلا ان زيادة الرطوبة في الوسط المحيط يشجع نشاط الكائنات الحية الدقيقة وهذا يؤدي إلى سرعة فساد المادة الغذائية ,كما هو الحال في الحبوب, التي تفقد كفاءتها النباتية وتظهر عليها تغيرات حسية ولونية.

2. الأغذية متوسطة الثبات (الأغذية بطيئة الفساد Semi perishable foods):

وهي أغذية تستمر لفترات طويلة دون أن يطرأ عليها الفساد إذا أحسن تدوالها وتخزينها, مثل درنات البطاطا وبعض أصناف التفاح ولب الجوز واللوز والبصل والثوم, وتتميز هذه الأغذية بانخفاض المحتوى المائي في تركيبها الكيميائي, الذي يعمل على بقاء الغذاء فترة أطول دون فساد, كما يساعد التركيب التشريحي المتمثل بوجود أغلفة سيللوزية سميكة على حماية المادة الغذائية من نشاط عوامل الفساد المختلفة, وتعمل الزيوت العطرية لبعض المواد الغذائية كالبصل والثوم كمواد مانعة لنشاط الكائنات الحية الدقيقة المسببة للفساد .

3. الأغذية غير الثابتة (الأغذية سريعة الفساد Perishable foods) :يكون التركيب الكيميائي للمادة الغذائية وتكوينها ملائما لنشاط عوامل الفساد المختلفة, كاحتوائها على العناصر الضرورية لنمو الأحياء الدقيقة, مع وجود نسبة عالية من الرطوبة, مثل اللحم والسمك ومعظم ثمار الفاكهة والخضار والحليب, وبقاء هذه المواد الغذائية من دون عمليات تبريد وحفظ مناسبة يجعلها تفسد خلال فترة زمنية تتراوح ما بين عدة ساعات وبضعة أيام .

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 المواد الغذائية غير مقبولة من ناحية المنظر وبالتالي مرفوضة كغذاء, فالصبغة الناتجة عن الجراثيم تسبب تلون سطح المادة الغذائية كما في شطح اللحم, وغالبا ما تشكل الجراثيم غشاء ميكروبيا يغطي سطح السوائل كما في المخللات والجبن, هذا بالاضافة 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 الأناء .

ب- تغيرات غير مرغوبة من الناحية الكيميائية

تنمو الجراثيم في المادة الغذائية وتحدث فيها تغيرات كيميائية تشتمل هذه التغيرات على تحلل المواد الكربوهيدراتية المركبة (السكرات العديدة) إلى مواد بسيطة, والبروتين إلى ببتيدات عديدة وحموض أمينية وأمونيا, والدهن إلى غليسرول وحموض دهنية. وتنتج عن عملية الأكسدة والأختزال -التي تتم من قبل الجراثيم- حموض عضوية وغول (كحول) وألديهيدات وكيتونات وغازات المختلفة مثل كبريت الهيدروجين H2S وثاني أوكسيد الكربون CO2 والهيدروجين H2والنشادر NH3.

ج - تغيرات غير مرغوبة من الناحية الصحية

كما تسبب بعض أنواع من الجراثيم أمراضا للانسان والحيوان وتدعى بالجراثيم الممرضة , Pathogenic bacteria قد تسبب هذه الجراثيم الأمراض بنفسها, أو بما تفرزه من ذيفانات (توكسينات Toxins) سامة في الغذاء .

2. فطريات العفنMolds

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 وانضاجها .

تتميز فطريات العفن بأنها أقل احتياجا للماء من الخمائر والجراثيم, وهي هوائية إجبارية, وتنمو جيدا في االوساط الحامضية (4.5-4.5) 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 غذائي ذي تركيز عال من السكر يتراوح ما بين (50- 60%).

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 (5-4.5) pH وتقسم حسب احتياجها للاوكسجين إلى خمائر سطحية أو غشائية تنمو على سطح المادة الغذائية معطية غاز الفحم CO2, وخمائر تنمو وتتكاثر بغياب الاوكسجين ويطلق عليها خمائر لاهوائية وتسمى 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 .

العوامل المؤثرة في نمو الأحياء الدقيقة في الأغذية :

أولا- العلاقات المتبادلة لنمو الأحياء الدقيقة في الأغذية:

1.التنافس Antagonism :

وهي عالقة 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 النموالا 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 ألنواع 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 الأستمرار في النمو والنشاط .

وكذلك عندما يعمل أحد أنواع الأحياء الدقيقة على جعل الظروف ملائمة لنمو نوع آخر, أو يمكن للنوعين النمو في آن و احد, غير أن الأمر الأكثر شيوعا هو تعاقبهما, ويمكن توضيحالتحول 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 للبروتينات Proteolytic bacteria بالنشاط .

3. المعيشة المتطفلة :

وهي عملية تطفل بعض الكائنات الحية الدقيقة على خلايا أو سوائل داخلية لكائن حي آخر يسمى بالمضيف (Host) فيسبب له أذى بشكل كبير, ومن المحتمل أن يؤدي ذلك إلى موته. وهذا ما يحدث عند دخول الطفيليات إلى جسم الأنسان 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 تنمو وتنشط, ولا يكفي مجرد وجود الماء في الغذاء حتى يتحقق ذلك بل يجب أن يكون بإمكان الأحياء الدقيقة استعماله (االستفادة 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 اهم العوامل البيئية المؤثرة في نمو ونشاط الاحياء 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 اذ يمكنها النمو مابين 6°م وحتى 50 °م ، ويكون لجراثيم الاشريكية القولونية *Escherichia coli* مجال حراري اضيق يقع بين 10 °م وحتى 45°م 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:

1. درجة الحرارة الدنيا: وهي أدنى درجة حرارة يمكن أن ينمو عندها الكائن الحي الدقيق، واذا انخفضت درجة الحرارة عن هذا الحد فإن الكائن الحي لا يستطيع النمو.

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

3. درجة الحرة القصوى: وهي أعلى درجة حرارة يمكن للكائن الحي أن يتكاثرعندها ، واذا تجاوزت درجة الحرارة هذا الحد توقف النمو.

وتبعا لدرجة حرارة النمو المثلى يمكن تقسيم الجراثيم الى المجموعات التالية:

1. الجراثيم المحبة للبرودة :

هي الجراثيم التي درجة حرارة النمو المثلى لها تقع في حدود التبريد (10 – 20) °م وانسب درجة حرارة نمو لها تكون عند الدرجة 15 °م. يتبع هذه الجراثيم كل من الجراثيم السالبة لصبغة كرام والعصوية مثل جنس *Flavobacterium* و*Pseudomonas* و*Achromobacter* والبعض موجب لصبغة كرام 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 النمو المثالية بين (45 – 55) °م وتقسم الى قسمين : جراثيم محبة للحرارة المرتفعة اختياريا، وجراثيم محبة للحرارة المرتفعة اجباريا.

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 :

-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*.

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, لإحتوائها 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.