الفصل الأول

الأحياء الدقيقة في مجال الشؤون الصحيـــة للمنشـــآت الغذائيـــة

- تعريف بالأحياء الدقيقة ● مجاميع الأحياء الدقيقة
- العوامل التي تؤثر على نمو الأحياء الدقيقة ونشاطها
- مصادر تلوث الأغذية بالأحياء الدقيقة

تعريف بالأحياء الدقيقة

تعرف الأحياء الدقيقة Microorganisms بأنها كائنات حية مجهرية يلزم لرؤيتها استخدام المجهر الضوئي أو حتى المجهر الإلكتروني أحياناً. وتضم كائنات حية مختلفة من الناحية الشكلية (المورفولوجية) والفسيولوجية والوظيفية، وهى تتبع أكثر من مملكة من الأحياء. وهذه الكائنات على الرغم من صغر حجمها إلا أنها تقوم بدور حيوي فعال في الكون، إذ هيأها الخالق سبحانه لأداء دور رئيسي هو حلقة هامة تكمل دورة الحياة لجميع الكائنات الحية على الأرض، فهي تحلل أنسجة الكائنات الميتة وتحولها إلى مواد تدخل مرة أخرى في دورة الحياة كغذاء للنبات مثلاً. تعيش معظم هذه الكائنات الحية الدقيقة مترممة، أي دون التطفل على كائن حي آخر، والعديد منها مفيد جدًا كتلك التي تستوطن أمعاء الإنسان والحيوان، وتُنتج بعض الفيتامينات، أو التي تنمو بالعُقد الجذرية للبقوليات وتوفر لها النيتروجين، كما أنها تسهم في تكوين النفط ومشتقاته من بقايا الكائنات الحية. وقد استخدم الإنسان بعضها في صناعة الأغذية كالألبان المتخمرة والمخللات والخبز، وحديثاً بدأ استغلالها لإنتاج البروتينات والأحماض الأمينية وفي إنتاج المضادات الحيوية والأحماض العضوية والفيتامينات. والقليل منها يسبب الأمراض، إما بمهاجمة الأنسجة الحية أو بما تفرزه من مواد ضارة.

مجاميع الأحياء الدقيقة

تشمل الأحياء الدقيقة المجموعات التالية من الكائنات:

أولاً: البكتريا Bacteria

وهي كائنات حية دقيقة وحيدة الخلية، يتم فيها العديد من العمليات الحيوية التي تقوم بها عادة أنسجة وأجهزة وأعضاء متخصصة في الكائنات الحية الراقية. توجد في كل مكان تقريباً وبخاصة حيث تكثر المواد العضوية ، فهي توجد بأعداد هائلة في التربة الغنية الرطبة ومياه الصرف الصحي والنباتات والحيوانات ، كما توجد أيضاً في الماء وفي الهواء. ونظراً لانتشار البكتريا في الطبيعة بهذه الصورة فإن الغذاء يعتبرعرضة للتلوث البكتيري المستمر، مما قد يتسبب في أمور ثلاثة:

١- حدوث تخمرات أو تغيرات مرغوبة، يستفاد منها في إنتاج العديد من الأغذية، كما في صناعة الخبز والمخللات والألبان المتخمرة والجبن وتسوية اللحوم. . . إلخ، وصناعات التخمير وإنتاج الأحماض العضوية وغيرها.

٢- إفساد الغذاء لدرجة يصبح معها غير مقبول، أو غير صالح للاستهلاك الآدمي، وفي هذا خسارة مالية.

٣- إحداث العدوى أو التسمم الغذائي.

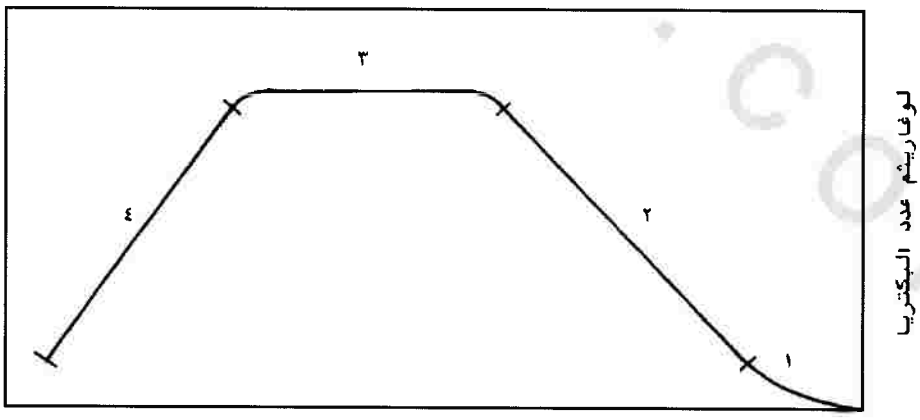
نمو البكتريا وتكاثرها

تتكاثر البكتريا بطريقة الانشطار الثنائي Binary fission أي أن كل خلية بكتيرية تنقسم إلى قسمين يشبه كل واحد منهما الخلية الأم تماماً ، وتبدأ الخليتان الناتجتان في القيام بالأنشطة التي تمارسها الخلية الأم، بما في ذلك الانقسام الذي يحدث عندما تكون الظروف البيئية مناسبة. وتختلف البكتريا من حيث سرعة تكاثرها، أي بالنسبة للزمن اللازم لحدوث الانقسام، وهو مايعبر عنه بزمن الجيل Generation time . فقد يكون ذلك نحو ٢٠ دقيقة؛ ولنا أن نتصور العدد الذي يمكن أن تبلغه خلية بكتيرية واحدة في فترة من الزمن بهذا المعدل إن كانت الظروف ملائمة، ويعرض الجدول رقم (١) مثالا على ذلك.

الجدول رقم (١). يبين سرعة تكاثر البكتيريا.

الوقـــــت	عدد الخلايا البكتيرية
الساعة الثانية عشرة (ظهراً)	١
الساعة الواحدة	٨
الساعة الثانية	٦٤
الساعة الثالثة	٥١٢
الساعة الرابعة	٤٠٦٩
الساعة الخامسة	٣٢٧٢٨
الساعة السادسة	٢٦١٨٢٤
الساعة السابعة	٢٠٩٥٥٩٢
الساعة الثامنة	١٦٧٥٦٧٣٦
الساعة العاشرة	١٣٤٠٥٣٨٨٨
الساعة الثانية عشرة (ليلاً)	١٠٧٢٤٣١١٠٤

ولكن الذي يحدث أن البكتريا عندما تصل إلى وسط جديد(أي عند حدوث التلوث البكتيري للغذاء) فإنها عادة لاتبدأ في الانقسام فوراً، وإنما تمر بمراحل نمو يعبر عنها بمنحنى النمو البكتيري الموضح بالشكل رقم (١).



الشكل رقم (١). منحنى نمو البكتريا.

وتدل الأرقام على المنحنى على أطوار النمو، وهي على النحوالتالي:

١ - طور الأقلمة أو التأقلم Lag phase.

٢ - طور النمو أو التكاثر السريع اللوغاريثمي Logarithmic growth phase.

٣ - طور الانقسام الثابت Stationary phase

٤ - طور الانحدار أو الهبوط Decline .

وتجدر الإشارة إلى أن القضاء على البكتريا من السهولة بمكان مادامت في طور الأقلمة. كما أن السرعة التي تتكاثر بها البكتريا في الأغذية أو الأسطح الملامسة للغذاء تعتمد على عوامل عدة من أهمها درجة الحرارة وتوفر الوسط الغذائي المناسب للبكتريا ، فكلما كان الغذاء رطباً وحموضته معتدلة كلما ساعد ذلك على النمو السريع للبكتريا. كما أن مستوى التلوث بالبكتريا أيضاً يلعب دوره ، فكلما كان عددها في بداية الأمر قليلاً كلما لزم وقتاً طويلاً للوصول إلى الأعداد التي تؤثر على جودة وسلامة الغذاء. وعندما تصبح الظروف غير مناسبة لنموها وتكاثرها. تدخل البكتريا في طور من الكمون في انتظار تحسن تلك الظروف لتعاود نموها وتكاثرها، ولبعض الأنواع قدرة على التجرثم Sporulation حيث تحيط كل خلية نفسها بأغلفة سميكة تحميها من المؤثرات الخارجية وتزيد قدرتها على تحمل الظروف المعاكسة من جفاف وحرارة عالية وشح في العناصر الغذائية.

ثانياً: الفطريات Fungi

وهي مجموعة من الأحياء الدقيقة تشمل كلاً من الأعفان Molds والخمائر Yeasts .

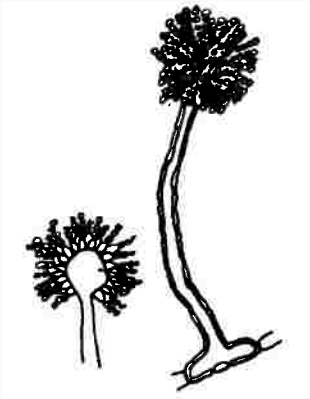
١ - الأعفان Molds

وهي كائنات عديدة الخلايا، تكون غالباً على شكل خيوط، ولذا تُدعى الفطريات الخيطية Filamentous fungi ويمكن تمييزها بنموها القطني «المنفوش» أو الطباشيري. توجد الأعفان في كل مكان تقريباً فهي توجد في التربة ، وفي الهواء ، وفي الماء، وفي المواد العضوية المتحللة ، وتتكاثر الأعفان جنسياً ولاجنسياً

بواسطة جراثيم جنسية ولاجنسية. ولها القدرة على النمو في أوساط متعددة وتحت ظروف صعبة. فبعض الأعفان تتحمل درجات حرارة منخفضة - تحت الصفر المئوي - والبعض الآخر يتحمل النمو في بيئات حارة، كما هي الحال في بعض الينابيع الحارة ، والغالبية منها ينمو جيداً عند درجة حرارة الغرفة (٢٥ م). وبالنسبة للأس الهيدروجيني pH فمعظم الأعفان لها القدرة على النمو في مدى يتراوح مابين ٢ و ٥,٨ (pH) وتعتبر أكثر تحملاً للظروف الحمضية من البكتريا. وبالنسبة للرطوبة فإن الأعفان أكثر تحملاً للجفاف من الميكروبات الأخرى، مما يجعل منها مسبباً رئيسياً لفساد الأغذية ذات المحتوى المائي المنخفض.

تتسبب الأعفان والخمائر في إفساد الكثير من الأغذية، بل إنها تعتبر من أهم أسباب المشاكل التي تعاني منها بعض صناعات الأغذية مثل منتجات المخابز والأجبان. وتعتبر كل من الفواكه والخضر من أهم الأغذية التي كثيراً ما تفسد بالأعفان. كما أن بعض الأعفان عندما تنمو على الأغذية تنتج بعض السموم التي تعرف بالسموم الفطرية Mycotoxins وهي مواد تضر بصحة الإنسان بل إن بعضها مثل أفلاتوكسين Aflatoxin الذي ينتجه العفن أسبرجلس فلافس *Aspergillus flavus* (شكل رقم٢) يعتبر من السموم الخطرة جداً، حيث ثبت أنه يسبب بعض الأورام السرطانية Carcinogen للكبد.

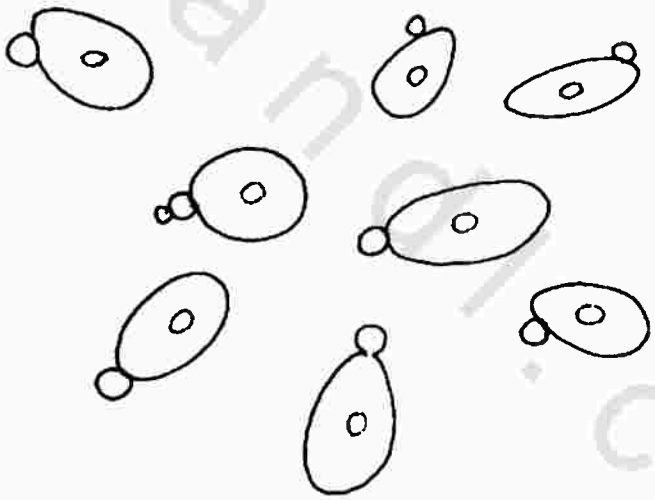
إن الإلمام بطبيعة الأعفان وكيفية الحد من نموها والطرق الكفيلة بالحد من انتشارها لشيء ضروري لتلافي تلوث الأغذية بها.



الشكل رقم (٢). العفن أسبرجلس فلافس *Aspergillus flavus*.

٢- الخمائر Yeasts

كائنات حية دقيقة تنتمي لمجموعة الفطريات Fungi وهي وحيدة الخلية وأكبر حجماً من البكتريا. تتخذ أشكالاً متعددة منها البيضاوي والأسطواني والكمثري (شكل رقم٣)، وهي تتكاثر بالتبرعم Budding وحيث يتكون انبعاج صغير على الخلية يكبر شيئاً فشيئاً مكوناً خلية جديدة شبيهة بالخلية الأم. تمتاز الخمائر بتحملها للحموضة والجفاف نسبياً، ولذا يكثر وجودها في الفواكه ومنتجاتها من عصائر ومربات، وكذا الأغذية شبه الجافة، وفي الأغذية المالحة كالمخللات. وتنمو جيداً عند درجة حرارة الغرفة، والبعض ينمو في الثلاجة، وغالباً لاتنمو عند درجات حرارة أعلى من درجة حرارة الجسم.



الشكل رقم (٣). أشكال الخمائر Yeasts.

لايعرف عن الخمائر التي توجد في الأغذية أنها تنتج سموماً، ولكنها تتسبب في فساد بعض الأغذية. ومن الجدير بالذكر أيضاً أنها تستخدم في إنتاج الكثير من الأغذية مثل الخبز وبعض المعجنات الأخرى وفي إنتاج الكحول الطبي.

ثالثاً: الفيروسات Viruses

وهي كائنات اختلف العلماء في اعتبارها كائنات حية أو غير حية، وفي الواقع هناك أوجه شبه بينها وبين الكائنات الحية وكذا غير الحية. يبلغ حجم الفيروسات من ١٠- ٤٥٠ نانومتر (٠,٠١- ٠,٤٥ ميكرون) مما يجعلها تمر من معظم المرشحات البكتيرية. تتكاثر فقط في داخل خلايا العائل Host cells ولها القدرة على إحداث العدوى في الحيوان والإنسان والنبات. يتسبب عديد من الفيروسات في إحداث أمراض مختلفة للإنسان، ومن ذلك: الإنفلونزا، الحصبة Measle النكاف Mump، داء الكلب Rabies، الشلل Polio، التهاب الكبد بنوعيه Infectious and Serum hepatitis. بعض هذه الأمراض يمكن أن تنتقل مسبباتها عن طريق الأغذية والمياه الملوثة، ومن ذلك فيروس التهاب الكبد الوبائي Infectious hepatitis وفيروس الشلل *Polio virus* والفيروسات المعوية Enteric viruses.

رابعًا: الريكيتسيا Rickettsiae

وهذه الكائنات تشبه البكتريا إلى حد كبير، وتختلف عنها في أن جميعها طفيليات داخلية Intracellular parasites لايمكنها أن تنمو خارج الخلية الحية، أي أنها مثل الفيروسات متطفلات إجبارية Obligate parasites. تتسبب الريكتسيات في إحداث بعض الأمراض مثل جدري الريكتسيا Rickettsial pox وحمى المجازر (حمى Q) والتي تسببها ريكتسيا *Coxiella burnettii* والتي يمكن أن تنتقل عن طريق اللحم أو الحليب. ولحسن الحظ فإن معاملة الحليب حرارياً على درجة حرارة ٧٢° م لمدة ١٥ ثانية تكفي للقضاء عليها.

خامساً: الطفيليات Parasites

وهي كائنات حية تعيش متطفلة على الإنسان والحيوان. وهي إما كائنات أولية Protozoa ذات خلية مجهرية مثل الأميبا التي تسبب الدوسنتاريا الأميبية Amoebiases والجيارديا *Giardia lamblia* التي تسبب نوعاً من الإسهال نتيجة شرب ماء ملوث ببراز إنسان مصاب، أو تكون كائنات عديدة الخلايا.

العوامل التي تؤثر على نمو الأحياء الدقيقة ونشاطها

تشمل العديد من العوامل البيئية، وسنتطرق بالشرح فقط للعوامل ذات الأهمية في مجال الشؤون الصحية بالمنشآت الغذائية وهي:

أولاً: درجة الحرارة

من المعروف أن لكل ميكروب درجة حرارة مثلى لنموه ، ومدى حراريا يمكن له أن ينمو فيه، ويتوقف نموه (أو يقضى عليه) إذا زادت أو نقصت درجة الحرارة عن هذا المدى.

تقسم الميكروبات على أساس احتياجاتها الحرارية إلى ثلاث مجاميع وهي:

١ - محبات البرودة Psychrophiles

وتكون درجة حرارة النمو المثلى لها ما بين ١٠ و ١٥م، فهي تنمو جيداً في الثلاجة، ولا تنمو عند درجة حرارة الغرفة (٢٥ م).

٢ - متحملات البرودة Psychrotrophs

لها القدرة على النمو في درجات حرارة منخفضة، ولكنها تنمو بصورة أفضل عند درجات حرارة أعلى بكثير من درجة حرارة النمو المثلى لمحبات البرودة، فهي تنمو في الثلاجة، وتنمو بشكل أفضل عند درجة حرارة الغرفة العادية.

٣ - وسطية الحرارة Mesophiles

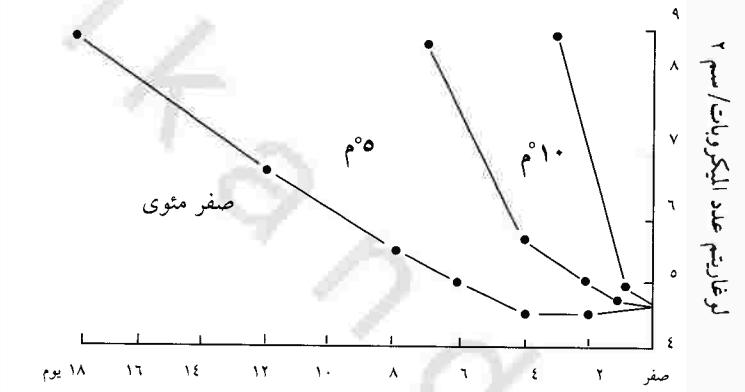
وتنمو بغزارة عند درجة حرارة تتراوح مابين ٢٥ و٣٧ م، وتعتبر ٣٢م هي درجة الحرارة المثلى لنمو معظم أفراد هذه المجموعة.

وتجدر الإشارة إلى أن معظم الميكروبات ذات الأهمية الصحية والاقتصادية هي من ضمن هذه المجموعة، ولاسيما الميكروبات المرضية، حيث ينمو معظمها بغزارة عند درجة حرارة تقترب من درجة حرارة جسم الإنسان السليم.

٤ - محبات الحرارة Thermophiles

وهي ميكروبات درجة حرارة النمو المثلى لها عادة فوق ٤٥° م، ولا تنمو عند درجة حرارة الجسم أو مادونها.

ونظراً للدور الذي تلعبه درجة الحرارة بالنسبة لنشاط الميكروب فإنه كثيراً ما نلجأ إلى تغيير درجة حرارة الغذاء إلى الحد الذي لايسمح بنمو ميكروبات الفساد والتسمم الغذائي. وهذا ما يحدثه التبريد، حيث يعمل على إبطاء نشاط الميكروبات إلى حد كبير (شكل رقم٤).



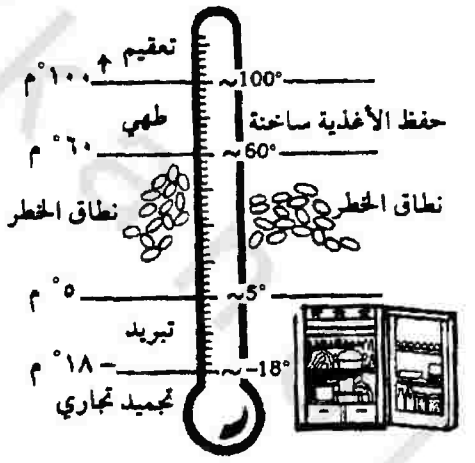
الشكل رقم(٤). منحنى يوضح تأثير درجة حرارة حفظ الدجاج على نمو الميكروبات على سطحه.

عندما تنخفض درجة الحرارة عن الحد الأمثل للنمو يبدأ معدل النمو في الانخفاض إلى أن تصل الحرارة إلى حد معين يتوقف بعده نشاط الميكروب تماماً. وهذه الدرجة يطلق عليها درجة الحرارة الدنيا للنمو Minimum temperature of growth ومن المفيد أن نعرف أن التبريد لأقل من ٥°م يوقف نشاط جميع أنواع البكتريا المسببة للتسمم الغذائي عدا *Cl. botulinum* type E و *Yersinia enterocolitica* و *Listeria monocytogenes*.

أما إذا زادت درجة الحرارة عن الحد الأمثل للنمو فإن معدل النمو يبدأ بالانخفاض إلى أن تصل درجة الحرارة إلى حد معين تتوقف فيه فعالية الميكروبات تماماً، وقد تكون من غير رجعة، ويطلق عليها درجة الحرارة القصوى للنمو Maximum temperature of growth.

ويتركز تأثير درجة الحرارة على مكونات الخلية المهمة مثل الأنزيمات التي تقوم بفعاليات حيوية مهمة جدا للميكروب. هذا بالإضافة إلى تأثير درجة الحرارة على المكونات الأخرى بالخلية.

وعندما نريد الاحتفاظ بالغذاء فترة طويلة فعادة ما نلجأ إلى الاستفادة من درجة الحرارة كأحد أهم العوامل التي تؤثر على نمو الميكروبات، حيث نعمل على حفظ الغذاء عند درجة حرارة خارج النطاق الذي تنمو فيه الميكروبات عادةً، أي أننا نلجأ إلى التبريد أو التسخين (شكل رقم٥).



الشكل رقم (٥). النطاق من درجات الحرارة الذي يجب تجنبه عند حفظ الغذاء.

ثانياً: الرطوبة

يعتبر الماء ضرورياً للكائنات الحية الدقيقة، كما هو الحال بالنسبة لبقية الكائنات الحية. ويجب توافر الماء Available water في بيئة الميكروب ويستخدم المصطلح «النشاط المائي Water activity (a_w)» لقياس مدى تيسر الماء من عدمه للكائنات الحية الدقيقة. والجدير بالذكر أن تيسر الماء يعتمد على نسبة الماء في المادة الغذائية، وعلى نسبة المواد الذائبة كالسكريات والأملاح التي تؤدي إلى التقليل من تيسر الماء. و يتراوح النشاط المائي ما بين صفر و ١، حيث يكون النشاط المائي للماء النقي ١.

تتطلب معظم البكتريا نشاطاً مائياً مرتفعاً أي يقرب من ١ (٠,٩٩ - ٠,٩٠) وتستطيع البكتريا المتحملة للضغط الأسموزي العالي وكذا الأعفان والخمائر، ولاسيما تلك المتحملة للتراكيز العالية من السكر والملح أن تعيش تحت ظروف ينخفض فيها النشاط المائي، وتتأثر رطوبة المادة الغذائية (وخاصة السطح) بالرطوبة النسبية للجو المحيط بها، فإن كان الفارق كبيراً فَقَدَ الغذاء (أو اكتسب) رطوبة من الجو وخاصة السطح ، وعند خفض النشاط المائي بالغذاء عن حد معين (لمنع تلفه) يلزم أن تكون الرطوبة النسبية للهواء المحيط به متزنة معه حتى تبقى نسبة الرطوبة بالغذاء ثابتة أثناء التخزين.

ثالثاً: الأس الهيدروجيني pH

وهو اللوغاريثم السالب لتركيز أيون الهيدروجين Log [H⁺]، ويستخدم للاستدلال على مدى حموضة أو قلوية محلول ما. عندما يكون الأس الهيدروجيني مساوياً لـ ٧ يكون المحلول متعادلاً Neutral. وتنمو معظم الأحياء الدقيقة جيداً عند هذا الأس الهيدروجيني وقريباً منه (٦,٦- ٧,٥) ، بينما ينمو القليل منها في الوسط الحامضي (أس هيدروجينيي أقل من ٤) وكذلك الحال بالنسبة للأوساط القلوية العالية.

لكل ميكروب أس هيدروجيني أمثل، وزيادة أو نقصان الأس الهيدروجيني للبيئة عنه يؤدي إلى خفض نشاط الميكروب وقد يوقفه تماماً، بل قد يكون له تأثير قاتل، كما هو الحال في الأوساط الحامضية جداً، وهذا ما يفسر انخفاض قابلية الأغذية الحامضية للفساد بواسطة معظم البكتيريا.

رابعاً: الأكسجين

تنقسم الكائنات الحية الدقيقة بالنسبة لحاجتها للأكسجين إلى مايلي:

١ - هوائية Aerobes

هذه الكائنات لا تعيش عند غياب الأكسجين الجوي ويلزم وجوده بتركيز كاف لنموها. ومن ذلك بعض البكتريا مثل معظم الأفراد المنتمية لجنسي سيدوموناس *Pseudomonas* وبروتيوس *Proteus* وكذلك معظم الأعفان وبعض الخمائر.

٢ - لاهوائية Anaerobes

وهي بكتريا يمكنها العيش فقط تحت الظروف اللاهوائيـة، إذ إن وجـود الهواء بما فيه من الأكسجين يعتبر ساما لها. ومن الأمثلة على ذلك من البكتريا ذات الأهمية الغذائية جنس كلوستريديوم *Clostridium*.

٣ - لاهوائية اختيارية Facultative Anaerobes

وهي كائنات حية تعيش بوجود الأكسجين أو غيابه. من أمثلتها مـعـظـم البكتريا وبعض الخمائر.

٤ - محبة للهواء الطفيف Microaerophiles

وهي كائنات تتطلب وجود نسبة متدنية من الأكسجين، ولا تنمو فـي غيابه ولكن الكثير منه سام بالنسبة لها. ومن الأمثلة على ذلك مجموعة بكتريا حمض اللبن Lactic acid bacteria group.

مصادر تلوث الأغذية بالأحياء الدقيقة

توجد الأحياء الدقيقة في كل مكان تقريبـاً ، ولكن من المعروف أن هناك بعض البيئات التي تؤوي أعداداً هائلة منها إما بصفة دائمة، أي أنها تعتبر مأوى طبيعيـاً لها Natural habitat مثل التربة، أو بصفة مؤقتة مثل الهواء. مـن هـذه المصادر تنتقل الأحياء الدقيقة للغذاء مباشرة أو بطريقة غير مباشرة. إن معرفة هذه المصادر من الأهمية بمكان؛ وذلك للحد من وصولها إلى الغذاء. ومن المصـادر المهمة لتلوث الغذاء بالأحياء الدقيقة ما يلي:

١ - التربة
٢ - الإنسان
٣ - الماء
٤ - مياه الصرف الصحي
٥ - الأسطح الملامسة للغذاء
٦ - الحيوان
٧ - النباتات
٨ - الهواء
٩ - الحشرات والقوارض

وفيما يلي نبذة عن أهم المصادر التي تهمنا بشكل أكبر في مجال الشؤون الصحية للأغذية:

أولاً: التربة

تعد التربة البيئة الطبيعية لكثير من الأحياء الدقيقة. وتختلف الترب فيما بينها من حيث المحتوى الميكروبي اختلافاً كبيراً حسب نوعية التربة ورطوبتها وخصوبتها. وتجدر الإشارة إلى أن الميكروبات توجد بكميات أعلى في السطح العلوي وتقل كلما تعمقنا. وتعتبر التربة من أهم مصادر التلوث للنباتات، ولاسيما الدرنية أو الجذور. من الميكروبات المهمة التي تؤويها التربة *Cl. botulinum* نوعا ا، ب. وللحد من تلوث المواد الغذائية من التربة يلزم اتباع الاشتراطات الصحية التالية:

١- التأكد من نظافة المواد الخام المستخدمة في التصنيع الغذائي، وعدم الخلط بين المواد الخام والمواد المصنعة الجاهزة خوفاً من أن تلوثها ميكروبات التربة بالتلوث الخلطي Cross contamination.

٢- عدم استخدام الأسمدة العضوية إلا بعد معالجتها بالحرارة أو بالتشعيع.

٣- عدم استخدام مياه الصرف الصحي إلا بعد معالجتها بما يكفي للتخلص من الميكروبات المرضية والمواد الكيميائية الضارة.

ثانياً: المـــــاء

بالرغم من أن الماء النقي ليس وسطاً جيداً لنمو الميكروبات ،إلا أن معظم المياه بها من العناصر الغذائية ما يكفي لنمو بعض الميكروبات ، وكلما ازداد محتوى المياه من المواد العضوية الذائبة، كلما كانت ملائمة لنمو العديد من الميكروبات، ولهذا السبب فإن مياه الصرف الصحي تكون وسطاً أمثل لنقل الكثير من الميكروبات التي تصل أعدادها إلى أكثر من $١٠^{١٨}$/ مل، معظمها بكتريا تتخذ من القولون مأوى طبيعياً Natural habitat لها. وتؤوي المياه مجموعتين من الميكروبات، هما:

١ - **ميكروبات تتخذ من المياه مأوى طبيعياً لها**، مثل أجناس:
Micrococcus, Acenetobacter, Flavobacterium, Pseudomonas, Aeromonas, Streptococcus, Alcaligenes, Bacillus, Klebsiella.

٢ - **ميكروبات تصل إلى المياه عرضاً**، ومنها مايكون مرضيا مثل: بعض أجناس البكتريا مثل *Salmonella, Shigella* ، وبعض الفيروسات مثل فيروس

التهاب الكبد الوبائي وفيروس الشلل، وكذلك بعض الطفيليات مثل: الجيارديا *Giardia lamblia* والأميبا *Entamoeba histolytica* المسببة للزحار الأميبي.

ولقد جرت العادة على أن يتم تحديد مستوى التلوث الميكروبي للمياه عن طريق إجراء اختبار بكتريا القولون لصعوبة إجراء الكشف عن الأنواع المختلفة الأخرى من الأحياء الدقيقة التي قد توجد في الماء.

ثالثاً: الحشرات والقوارض

تلعب الحشرات دوراً مهما في إتلاف الغذاء ونقل الأحياء الدقيقة إليه، وتعتبر الحشرات الطيارة وبصفة خاصة الذباب من أهم الحشرات التي تساهم في تلوث الغذاء في المنشآت الغذائية، وبالإضافة إلى ذلك فإن الصراصير أيضاً تساهم في تلوث الأغذية نظراً لقذارة البيئات التي تعيش فيها عادة، كما أن القوارض أيضاً تسهم في تلوث الغذاء بالميكروبات ولاسيما بالسالمونيلا.

رابعا: الإنسان

يعد جسم الإنسان عرضة للتلوث بالميكروبات من عدة مصادر؛ كالهواء والغذاء والماء وإنسان آخر والحيوان والتربة، هذا علاوة على أنه يؤوي الكثير من الميكروبات الممرضة. كل هذا يجعل من الإنسان مصدراً هاماً للتلوث الميكروبي في المنشآت الغذائية لاسيما عند إهمال تطبيق الاشتراطات الصحية، والتي سيرد ذكرها لاحقاً.

خامساً: الأسطح الملامسة للغذاء Food Contact Surfaces

يقصد بها تلك الأسطح التي تلامس الغذاء مباشرة، وتشمل: منصات وأدوات التقطيع والأنابيب التي تستخدم في نقل الأغذية، وأدوات التقديم مثل: الأطباق والأكواب ... إلخ. ويمكن أن تكون مصدر تلوث خطير للأغذية عندما لاتراعى فيها الاشتراطات الصحية ، كأن يحتوي سطحها على خدوش أو شروخ تعمل على إيواء الميكروبات، مما يجعلها بعيدة عن فعل المنظفات والمطهرات. وفيما يلي بعض الاشتراطات الصحية الخاصة بالأسطح الملامسة للأغذية:

١ - يجب استخدام أسطح غير قابلة للخدش ، وتكون ملساء سهلة التنظيف وتتحمل تكرار استخدام المنظفات.

٢ - يجب تنظيف الأسطح عقب الانتهاء من عملية التصنيع مباشرة كما يجب التأكد من التخلص من بقايا المنظفات، ويمكن استخدام بعض المطهرات إذا لزم الأمر.

٣ - الأسطح التي تلامس الأغذية أثناء تداولها يجب ألا تستخدم لأغراض أخرى ولا يسمح بالعكس، كالأسطح التي تستخدم لغسل وتجفيف الأواني.

٤ - إذا كانت الأسطح الملامسة للغذاء مغلقة يفضل اللجوء إلى التنظيف بالمكان نفسه Clean-in-place (CIP).

obeikandl.com