

الباب الثاني

تغير المادة الغذائية وفادها

فساد المادة وتغيرها : يحدث فساد المواد الغذائية نتيجة عدة عوامل

تؤدي الى إحداث تغيرات كثيرة في مظهرها ولونها ورائحتها وتركيبها الكيميائي وتشمل هذه العوامل حالة المادة الغذائية ومدى تعرضها للتلوث بالآحياء الدقيقة ومدى نشاط الانزيمات فيها ، وتشمل كذلك نوع التفاعلات الكيميائية المباشرة التي تحدث بين بعض مكوناتها والبعض الآخر أو بينها وبين مواد أخرى . ويساعد على إحداث هذه التغيرات عوامل خاصة كالحرارة ونسبة الماء وتركيب المادة الغذائية ونوع الميكروبات الملوثة لها ووجود مواد منشطة أو مثبطة لعوامل الفساد .

ماز المادة الغذائية وطبيعتها كيميائيا : لمعظم المواد الغذائية كيان خاص بها ، والكثير من المواد النباتية منها تحميها طبقة خاصة أو قشرة صلبة نوعا ما ، وقد تكون مغلفة في بعض الأحيان بطبقة شمعية كما في حالة الفاكهة ، أو بمادة مخاطية كما في حالة الخضر ، ويساعد هذا النوع من الوقاية الطبيعية على صيانة المواد الغذائية لفترة محدودة من الزمن . ومن المشاهد أن المواد الغذائية التي ليس لها كيان خاص تحرمها الطبيعة من هذه الوقاية وتكون أكثر تعرضا للفساد ، وهذا هو إحد الأسباب التي تؤدي الى سماحة فساد اللبن لعدم وجود كيان محدود له مما تسمح باستمرار ثلوثه .

وما دامت المادة الغذائية تحتفظ بذلك الكيان المحدود فإن محتوياتها الداخلية تبقى صعبة الاتصال بالوسط الخارجي ، وبالتالي تكون أقل تعرضا

للفساد ، أما إذا تهشم هذا الكيان لسبب من الاسباب كأن تكون المادة الغذائية قد كسرت أو جرحت أو حطمت أثناء جمعها أو نقلها أو تخزينها ، أو أن تكون قد تعرضت لمهاجمة الفيران والطيور والحشرات وغيرها ، فإن ذلك يكون من الاسباب التي تدعو الى سرعة فسادها . ويؤدى تهشم المادة الغذائية الى زيادة السطح المعرض منها ، كما يؤدى الى تعرضها لتأثير العوامل الخارجية كالهواء والاحياء الدقيقة وغيرها ، فالفاكهة السليمة تحتفظ بحالتها مدة أطول مما لو تهشمت أو جرحت أو ثقت إذ انها فى هذه الحالة تتعرض للفساد بسرعة ، فاذا أدى هذا التلف الى تهشم جدر الخلايا فان عصيرها يتعرض للتخمر بسرعة ، وكذلك يكون اللحم المفروم أكثر تعرضا للتلف منه قبل فرمه وذلك لزيادة السطح المعرض لعوامل الفساد .

ولذلك كان من الضروري جمع المحصولات الغذائية وإعدادها وتعبئتها ونقلها وتخزينها مع حمايتها من الآفات المختلفة ومقاومتها إن وجدت ، ومراعاة الطرق الفنية فى تجهيزها وإعدادها للحفظ .

الاحياء الدقيقة : تشمل البكتريا والعفن والخمائر وتقع جميعها ضمن مجموعة الفطريات Fungi ، أو الميسيتس Mycetes . وعلى الرغم من أن دراسة الاحياء الدقيقة دراسة تفصيلية ضرورية للغاية فى دراسة حفظ الاغذية ، إلا أننا سنكتفى هنا بدراسة عامة لهذه الاحياء وصفاتها وطرق تكاثرها واطوار نموها الخ ... تمهيدا لدراسة ما تحدثه فى المواد الغذائية من تغيرات ، وبذلك يتيسر لنا فهم وسائل الحفظ .

البكتريا Bacteria : هى احياء نباتية وحيدة الخلية ذات أشكال مختلفة كروية أو عضوية أو حلزونية ، وتتكاثر خلاياها بالانقسام . وكثيرا ما ترتب هذه الخلايا على صورة مجموعات ملتصقة ببعضها ، وهذه الظاهرة كثيرا

ما تستخدم في التمييز بينها ، فالبكتريا الكروية التي يقسمها مستوى واحد فقط توجد على شكل أزواج من الخلايا Diplococci أو على شكل سلاسل تسمى Streptococci . أما التي تنقسم في أي مستوى فإنها تكون مجموعة غير منتظمة بشكل عناقيد Clusters ، ويطلق عليها اسم Staphylococci . أما إذا حدث الانقسام في مستويين متقاطعتين بزاوية قائمة فإنه يؤدي إلى مجموعة رباعية من الخلايا الكروية، وتعتبر المجموعة في هذه الحالة Tetrads . وإذا كان الانقسام في ثلاثة مستويات تتكون مكعبات من ثمان خلايا كما يحدث في نوع البكتريا المسماة Sarsina .

أما البكتريا العضوية فتتقسم عرضيا وبذلك تقتصر صور مجموعاتها على الشكل الزوجي والسلسلي ، وتتميز بعض الخلايا العضوية وكذلك بعض الخلايا الكروية بخاصية الحركة في السوائل ، وتستعين على ذلك بالأسواط Flagellas التي تظهر متصلة بجدارها كزوائد دقيقة أنبوبية بشكل السوط . وتتميز بعض أنواع البكتريا بأن لخلاياها القدرة على احاطة نفسها بغلاف واق إذا ما وجدت في ظروف بيئية خاصة ، ويبلغ قطر الخلية الكروية بين ٠,٧٥ و ٢ ميكرون ، أما الخلية العضوية فيبلغ طولها حوالي ٣ ميكرون وعرضها بين ٠,٥ إلى ١ ميكرون .

الجراثيم : هناك لبعض البكتريا طور مقاوم يعرف بالجراثيم Spore أو اندوسبور Endospore ، تتخزن فيه القوة الكامنة للخلية الخضرية . وأغلب أنواع البكتريا التي فيها جراثيم واحدة في الخلية البكتيرية تكون من أنواع خاصة من البكتريا العضوية، وإن كان هناك بعض أنواع من البكتريا الكروية قد تكون لها القدرة على تكوين جراثيم . وتتغلف الجراثيم بغشاء سميك أو جدار جرثومي ويعتقد أن مقاومة جراثيم البكتريا للحرارة يرجع إلى الخواص العازلة لهذا الجدار الجرثومي السميك ، ولذلك تستطيع

هذه الجرثومة أن تتحمل الظروف الشديدة للبيئة ، فهي أكثر مقاومة من الخلايا الخضرية للتأثيرات المعاكسة كالحرارة والمواد المظهرة والجفاف .. الخ .
ويمكن للجراثيم أن تظل حية زمنا طويلا ، وعلى الرغم من أن الطور الجرثومي يعتبر عادة طور راحة وخمود إلا أنه لا يمكن اعتبارها معدومة النشاط كلية فقد تحدث بعض تغيرات في بيئتها المباشرة بواسطة الانزيمات (جالوى ١٩٤٦) .

التغذية : إن فهم كيفية حصول البكتيريا على غذائها وأنواع العناصر الغذائية الضرورية لها يسهل علينا فهم التغيرات التي تحدثها البكتيريا أثناء نموها في المواد الغذائية . والبكتيريا ، كباقي خلية حية ، لا بد لها لكي تنمو وتتكاثر من أن يتوفر لها مصدر للطاقة اللازمة لها ، وكذلك مواد تمكنها من بقاء مادة الخلية وتحتوى على البروتين والدهن والكربوايدرات وغير ذلك .

الانزيمات البكتيرية : وتحصل البكتيريا على غذائها من البيئة التي تعيش فيها ، وذلك بمروره خلال جدارها الخلوى المنفذ ، فإذا كانت المادة الغذائية في صورة لا تصلح لمرورها خلال هذه الجدر كان من الضروري انحلالها إلى مركبات أبسط تركيبا يمكنها أن تنفذ إلى داخل الخلية . وتحدث البكتيريا هذا الانحلال بتأثير الانزيمات التي تفرزها في البيئة Exo - Enzymes ، وقد تفرأ على تلك المواد بعد امتصاصها داخل الخلايا تغيرات انزيمية أخرى بفعل انزيمات داخلية Endo - Enzymes بغرض زيادة انحلال المواد الغذائية أو بغرض بناء المسادة الخلوية ، وسيأتى الكلام عن الانزيمات تفصيلا في الباب التالى .

وتحتاج البكتيريا في بيئتها إلى الكثير من العناصر المعدنية نظر التأثيراتها

الطبيعية الهامة ، فهي مثلا تعمل كمواد معدلة Buffers لمنع تغيرات رقم pH للبيئة ، كما أنها تعمل على ضبط الضغط الاسموزي الذي تعتمد عليه الخلايا في عملية الامتصاص ، كما أن البكتيريا قد تحتاج إلى بعض الأملاح في غذائها لبناء البروتوبلازم . وقد تستخدم المواد المعدنية كموامل مساعدة أو لنشجيع نشاط بعض الانزيمات ، وتحتاج البكتيريا عادة إلى أيونات البوتاسيوم والصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم والحديد والفوسفات والسلفات والكربونات والكلوريد ، وجميع هذه العناصر تدخل عادة في تركيب المواد الغذائية ، وكذلك تحتاج بعض الأحياء الدقيقة في نموها إلى مواد خاصة تشجع على النمو ، ويطلق عليها حديثا إسم "فيتامينات البكتيريا" . ولبعض أنواع البكتيريا القدرة على تكوينها . فإذا فقدت البكتيريا قدرتها على تكوينها كان من الضروري وجودها في البيئة .

ويمكن تمييز البكتيريا من حيث طريقة استفادتها من المواد الغذائية إلى مجموعتين كبيرتين :

١ — بكتيريا Autotrophic : هي البكتيريا التي يمكنها بناء مادة البروتوبلازم من المركبات البسيطة غير العضوية التي تستخلص من البيئة ، فهي تستطيع تمثيل الكربون من ثاني أكسيد الكربون . كما تستطيع تمثيل النتروجين من النشادر والنترات والنتريت ، وهي تحصل على الطاقة اللازمة لنموها من تفاعلات التأكسد أو تستغل الطاقة الإشعاعية لضوء الشمس . وتشمل هذه المجموعة بكتيريا التآزت ، وهي البكتيريا ذات الأهمية الخاصة في ميكروبيولوجيا التربة وليس لها علاقة بفساد الأغذية .

٢ — بكتيريا Heterotrophic : هي التي تعتبر المواد العضوية ضرورية لها بوصفها مصدراً للكربون والطاقة ، وتشمل هذه المجموعة البكتيريا

المرضية Pathogenic ، والأنواع الرمية Saprophytic المسببة عن فساد الأغذية وعن انحلال المركبات المختلفة التي تدخل في تركيب المواد الغذائية.

البكتريا والهواء : يمكن تقسيم البكتريا من حيث حاجتها إلى أكسجين الهواء إلى الأقسام الآتية :

١ — بكتريا هوائية إجباريا Obligate Aerobes : هي التي تحتاج إلى الأكسجين الجزئى للنمو .

٢ — بكتريا غير هوائية إجباريا Obligate Anaerobes : هي التي ليس لها القدرة على الاستمرار في النمو والنشاط في وجود الأكسجين الجزئى.

٣ — بكتريا غير هوائية اختياريا Facultative anaerobes : هي التي تنمو في وجود الأكسجين الجزئى أو في غيابه على السواء .

٤ — أحياء دقيقة محبة للهواء Micro-aerophiles : تنمو تحت ضغط للأكسجين أقل مما في الهواء .

أطوار النمو والتطور للبكتريا : تسلك البكتريا في نموها وتكاثرها أربعة أطوار هي :

١ — طور الابطاء Lag phase : في هذا الطور قد لا يتزايد عدد خلايا البكتريا الموجودة فعلا أو قد تتزايد بنسبة قليلة جدا ، إلا أن بعض الخلايا البكتيرية تنمو ويكبر حجمها نوعا ، ويزيد فيها نشاط عملية التنفس وبعض العمليات الأخرى . ويتوقف طول مدة هذا الطور على عوامل كثيرة أهمها عدد الخلايا البكتيرية الموجودة وظروف البيئة ، فإذا زاد عدد الخلايا البكتيرية زيادة كبيرة ، أو كانت ظروف البيئة تلائم تكاثرها وتشجع عليه فإن طور الابطاء يكون قصيرا ، ويحدث عكس ذلك

إذا قل عدد الخلايا أو كانت ظروف البيئة غير ملائمة . وتكون البكتيريا خلال هذا الطور زائدة الحساسية بالنسبة لحرارة ولجواهر الكيماوية السامة .

٢ - الطور اللوغاريتمى : هو الفترة التى يحدث فيها أسرع نمو للخلايا والى يتزايد فيها عدد البكتيريا تزايدا هندسيا يمثله خط يمانى مستقيم عند تسجيل علاقة المدة بلوغاريتمات عدد الخلايا . وفى أكثر الظروف ملائمة تنقسم أسرع الخلايا نموا فى مدى ٢٠ دقيقة تقريبا ، ويتوقف طول مدة الطور اللوغاريتمى على نوع البكتيريا ، كما أنها تتأثر بالحرارة وبعوامل أخرى ، وبعد أن تتم الزيادة اللوغاريتمية تستعيد الخلايا مقاومتها الطبيعية للتأثيرات الطبيعية والكيميائية المعاكسة .

٣ - طور الثبوت : بعد أن يصل عدد البكتيريا فى نهاية الطور اللوغاريتمى إلى النهاية العظمى تبطؤ سرعة الانقسام تدريجيا إلى الوقت الذى يصبح فيه عدد الخلايا الناتجة عن الانقسام يكاد يكون مساويا لعدد الخلايا التى تموت ، وبذلك يبقى عدد الخلايا الحية ثابتا .

٤ - طور التناقص أو الهبوط Phase of Decline : خلال هذا الطور يتناقص عدد الخلايا الحية وتختلف سرعة التناقص باختلاف نوع البكتيريا وقد تموت المزرعة بأجمعها خلال أيام قليلة ، وقد يستغرق هذا التناقص بضعة أشهر . ويزيد فى سرعة التناقص إحتواء البيئة على سكر قابل للتخمير إذ يكون للحمض الناتج عن هذا التخمير تأثير سام على البكتيريا فى الأدوار الأولى من نموها . والعوامل المسئولة عن تحديد حجم المزرعة البكتيرية ليست معروفة تماما . ويعزى وقوف النمو عادة إلى أسباب كثيرة أهمها التأثيرات السمية لنواتج التمثيل . أو تكون مركبات خاصة مشبطة للنمو ، أو احتمال أن يودى التأثير الطبيعى لتراحم

البكتريا في المزرعة إلى وقوف النمو ، كما وأن نفاذ المواد الغذائية أو مصادر الطاقة من البيئة قد يؤديان إلى نفس النتيجة .

مجال الحرارة الملائم للنمو : لجميع أنواع البكتريا هناك درجة

حرارة صغرى وأخرى عظمى تنشط عندها ، وبين هاتين الدرجتين تقع الدرجة المثلى Optimum Temperature ، وهى التى تعرف عادة بأنها درجة الحرارة التى تتكاثر عندها الخلايا بأسرع ما يمكن . وليس من الضرورى أن تتماثل هذه الدرجة مع الدرجات المثلى للعمليات الأخرى التى تحدثها البكتريا كسرعه عملية التخمر مثلا .

وعادة تقسم الأحياء الدقيقة من حيث أنسب درجات الحرارة لنموها إلى ثلاث مجموعات كبيرة ، ولو أنه لا يمكن اعتبار الحدود الخاصة بكل منها حدودا ثابتة مقررة ، والواقع أنه لا يوجد حد فاصل بين كل مجموعة وأخرى .

١ — المجموعة السيكروفيلية (المحبة للبرودة) Psychrophilic Group :

وتقع تحت هذه المجموعة معظم البكتريا التى تعيش فى الماء ، وأحسن نمو للبكتريا فى هذه المجموعة يكون على درجة ٢٠ م (٦٨° ف) أو أقل ، ولو أنه يمكن لهذه الأنواع أن تنمو بسرعة على درجة صفر مئوية (٣٢° ف) وكذلك يحدث النمو على درجات قد تصل إلى - ٥ م (٢٣° ف) ، والحد الأعلى للحرارة لهذه البكتريا هو ٣٠ م ، وهذه الأنواع من البكتريا هى التى تسبب المصاعب فى مخازن التبريد .

٢ — المجموعة الميزوفيلية (المحبة للحرارة المتوسطة) Mesophilic Group :

وتقع درجة الحرارة المثلى للبكتريا فى هذه المجموعة بين ٢٥ م و ٤٠ م (٧٧° - ١٠٤° ف) ولكنها فى العادة لا تستطيع أن تنمو فى درجة ٥ م

(٤١° ف) . ويقع الحد الأعلى لحرارة النمو بين ٤٠° و ٥٥° م (١٠٤-١١٣° ف) .
ولو أن هناك بعض أنواع منها تتحمل الحرارة Thermo — Tolerent .
والبكتيريا التي تكون جراثيم من هذه المجموعة تنمو على درجة ٥٥ م
(١٣١° ف) .

٣ — المجموعة الترموفيلية (المحبة للحرارة) Thermophilic Group :
هي بكتيريا جرثومية ، ودرجة الحرارة المثلى لها ٥٥ م . (١٣١° ف) أو
ما فوقها ، والحد الأدنى للحرارة هو ما بين ٢٠ و ٢٥ م (٦٨-٧٧° ف) ،
والحد الأعلى لها هو ما بين ٧٥° و ٨٠ م (٢٦٧-١٧٦° ف) . ودرجات
الحرارة التي تتعدى هذه الحدود يكون لها تأثير ميمت أو مشبط لنمو البكتيريا
والكثير من أفراد هذه المجموعة تنسب في فساد المواد الغذائية المحفوظة
كالخضر واللحوم ، وهي توجد بكثرة في التربة وفي الماء .

أمثلة: على البكتيريا التي تحدث الفساد في المواد الغذائية : يمكن
تقسيم البكتيريا التي تؤدي إلى افساد المواد الغذائية إلى مجموعتين :

١ — بكتيريا غير مرضية : وأهم الأمثلة على هذه البكتيريا مجموعة
باسيلوس كولاى Bac. Coli أو أشيريشيا كولاى Escherichia Coli .
وجميعها من بكتيريا الأمعاء ، ووجودها في الماء يعتبر دليلا على التلوث
بفضلات المجارى ، وهي توجد في المجارى والروث والتربة والهواء وهي شائعة
في تلوث اللبن . وهناك مجموعة أخرى تنسب إلى المجموعة السابقة هي باسيلوس
ايروجينس Bac. Aerogenes وهي مشتولة عن فساد الكثير من الأغذية
غير الحمضية وكذلك مجموعة الاميلوبا كتر B. Amylobacter ، وهي توجد بكثرة
في التربة وعلى سطح الجيوب ، وبعض أفراد هذه المجموعة يكون حمض
بيوتريك وحمض خليك والبعض منها يكون كحول بيوتايل واسيتون كما

يكون اكسيد الكربون . أما باسيلوس ميزينثاريكاس Bac. Mesentericus فهي من أنواع البكتريا التي تؤدي إلى فساد المخلاتات . وكذلك تعتبر كلوستريديوم سبوروجينس Clostridium sporogenes وكلوستيريديوم بيوتريفيكام Cholstridium putrificum من أنواع البكتريا التي تسبب فساد اللحوم والأسماك ، وتعتبر بكتريا حمض اللاكتيك Lactic acid bacteria مسئولة عن الكثير من التلف الذي يلحق المواد الغذائية ، وتؤدي بكتريا حمض البيوتريك كذلك إلى بعض الفساد ، كما أن البكتريا الترموفيلية تسبب خسائر كبيرة لصناعة الأغذية المحفوظة . وقد يؤدي تلوث المواد الغذائية ببعض البكتريا السكرية إلى إحداث تغيرات غير مرغوبة ، فقد تحدث مثلا تعكيرا لعصير الفاكهة المخمر وتغيرا في طعمه .

٢ — بكتريا مرضية : هي أنواع من البكتريا تلوث المواد الغذائية وتسبب فسادها وتنقل إلى الانسان امراضا خاصة يكون البعض منها بالغ الخطورة ، ومن أمثلتها باسيلوس السل وبكتريا الدفتريا وباسيلوس التيفود وباسيلوس الدوسنتاريا وميكروب الكوليرا وبكتريا التسمم المختلفة . وسنتكلم عن أنواع البكتريا المرضية بالتفصيل فيما بعد .

أمثلة على بعض أنواع البكتريا ذات الأهمية الصناعية : على الرغم من أن البكتريا بوجه عام تعتبر من أهم العوامل المسببة عن تلف المواد الغذائية ، ألا أن هناك أنواعا منها تحدث في المواد الغذائية تغيرات مرغوبة ، ولذلك فهي تستخدم في كثير من الصناعات فتستعمل أساسيا في التخمرات الصناعية ، وأهم أنواع البكتريا التي تستخدم صناعيا أنواع بكتريا الخل Acetobacter مثل B. Aceti وباستوريانم B. Pastourianum وكوتزنجيانم B. Kutzinanium وزيلينوم B. Xylinum ، وتمتاز جميعها بقدرتها على تحويل كحول الايثايل إلى حمض خليك بأكسدة الأول ، وهناك كذلك

أنواع من بكتريا حمض اللكتيك Lactic Acid Bacteria تستخدم صناعيا في إحداث التخمر اللكتيكي كما يحدث في صناعة التخليل ، وهذه البكتريا تكون عادة عديمة الحركة وهي تحول السكر إلى حمض لكتيك . وهناك سلالات منها تستخدم في تحضير حمض اللكتيك صناعيا في الحبوب ، أما باسيلوس حمض اللكتيك Bacillus Lactic Acid فهي باسيلوس عضويه قصيرة تحدث التخمر اللكتيكي للبن وهي تقوم بدورها في انضاج الجبن . وهناك سلالات أخرى تنسب إليها مثل لاكتوباسيلوس بولجاريك Lactobacillus Bulgaricus وباسيلوس اسيدوفيلس Acidopholus ، وهما يستخدمان في صناعة اللبن الزبادى كذلك تستخدم باسيلوس بيوتركس Bac. Butyrcus في تحضير حمض البيوتريك صناعيا ، وهي باسيلوس غير هوائية تحمل جراثيم وهي تعمل أيضا في انضاج الجبن .

الفطائر Yeasts

هي نباتات وحيدة الخلية تتبع قسم الثالوفيتا Thallophyta وتقع تحت قسم اليومايسيتس Eumycetes أو True Fungi ، لعدم احتوائها على الكلوروفيل وتتميز خلية الخميرة باحتوائها على نواة . والفطائر منتشرة في الطبيعة وتوجد عادة على الطبقة السطحية للتربة وفي التراب وعلى سطح أوراق النبات . وهي تكاد توجد بصفة دائمة على سطح الكثير من الفواكه مثل العنب والتفاح والكمثرى وغيرها كما توجد بكثرة على سطح التربة في حدائق الفاكهة . وتركب خلية الخميرة من جدار خلوى أو غشاء منفذ يحيط بالبروتوبلازم الذى يحتوى على نواة وحبيبات مختلفة . وفي الخلايا الحديثة يكون جدار الخلية رقيقا والبروتوبلازم شفافا ، فإذا مات تقدم بها العمر تظهر في بروتوبلازم الخلايا حبيبات وفجوات ويزيد سمك الجدار الخلوى . وخلايا الخميرة ذات أشكال مختلفة وأكثرها شيوعا المستديرة والبيضية والاهليلجية Elliptical ،

وتختلف خلايا الخميرة في الحجم وقد يصل قطرها الى ٨ ميكرون وطولها الى ١٠ ميكرون . وتحتاج الخمائر إلى بعض المركبات العضوية وعلى الأخص الكرومايدرات للحصول على الطاقة اللازمة لها ، وتحصل على احتياجاتها عادة في صورة سكريات والدهيدات وأملاح بعض الأحماض والجليسول والايثانول . وعلاوة على ذلك فهي تحصل النتروجين من مصادر عدة أهمها المركبات الانحلالية للبروتين مثل الببتونات والببتيدات والأحماض الأمينية ، وكذلك من الأميدات اليوريا وأملاح الامونيوم ولا تستطيع الخميرة عادة تمثيل النترات فيما عدا أنواع قليلة مثلها نسينولا *Hansenula* . ولا بد كذلك من الحصول على العناصر المعدنية ، وهي تحصل عليها في صورة أملاح أخصها أملاح المغنسيوم والفوسفات والبوتاسيوم والكبريت والكالسيوم والكلور . وأكثر الأملاح استعمالا في تربية الخميرة هي فوسفات البوتاسيوم وسلفات المغنسيوم وفوسفات اوكلورور الكالسيوم وسلفات الأمونيوم . وفي بعض الأحيان تحتاج البيئة إلى مواد تشجع على النمو ، وتفضل الخمائر في نموها احتواء البيئة على كمية وافرة من السكريات القابلة للتمثيل والمواد الغذائية المناسبة ذات التأثير الحمضي ، ويختلف رقم pH المناسب تبعاً لنوع الخميرة ، ويتراوح رقم pH بين ٣,٥ - ٥,٥ ، ويكون رقم pH للتخميرات الصناعية في العادة ما بين ٤ و ٤,٥ . والبيئات التي تصلح لنمو الخميرة تصلح في نفس الوقت لنمو العفن ، بينما يكون من الصعب على البكتريا أن تعيش فيها نظراً لتأثيرها المثبط

انزيمات الخميرة : تفرز خلايا الخميرة عددا كبيرا من الانزيمات المسؤولة عن التغيرات المختلفة التي تطرأ على المركبات العضوية ، ويمكن اعتبار الانزيمات التي تفرزها الخميرة ثلاث مجموعات هامة هي الانزيمات التنفسية . والانزيمات المسؤولة عن انحلال السكريات إلى سكريات احادية ، ثم مجموعة الانزيمات المسؤولة عن التخمرات .

الخميرة والهواء : معظم الخمائر تؤثر في المواد الغذائية في ظروف هوائية اختياراً ، ولو أن منها ما ينشط أيضاً في وجود الهواء .

النمو الحراري : تقع الدرجة المثلى لمعظم الخمائر بين ٢٥ و ٣٠ م (٧٧° - ٧٦° ف) . ويمكن للخمائر أن تحتفظ بحيويتها في درجات الحرارة المنخفضة ، إلا أن نشاطها يقف عند حوالي ١٥ درجة ف . وتهلك معظم الخمائر في درجات الحرارة الأقل من درجة غليان الماء ، ويكفي عادة لاهلاكها درجة حرارة ١٥٠ - ١٦٠ ف لمدة ٣٠ دقيقة ولو أن هناك بعض خمائر تتحمل درجات حرارة أعلى من هذه .

التكاثر : تتكاثر خلايا الخميرة إما بالتبرعم Budding ، أو الانقسام Fission أو تكوين الجراثيم .

ويحدث التكاثر بالتبرعم بظهور نتوء أو برعم في الجدار الخلوي . وهذا البرعم أو الزر يتزعم عند قاعدته ، ثم يزيد في الحجم حتى يصل في حجمه وشكله إلى حجم الخلية الأصلية وشكلها وأخيراً ينفصل عنها . وكثيراً ما تعطى الخلايا البرعمية أضرار جديدة قبل أن يحدث الانفصال فتظهر هناك مجموعة متصلة من خلايا متباينة .

أما التكاثر بالانقسام فإنه يحدث بانقسام الخلية الأصلية إلى خليتين ، وطريقة الانقسام هنا تماثل نظيرتها في انقسام البكتيريا .

ولا يحدث التجرثم بنفس السهولة التي يحدث بها في البكتيريا أو العفن . ولا بد من توفر ظروف خاصة لحدوث التجرثم مثل فقر البيئة أو وجود نواتج ذات تأثير معاكس الخ . . ، ودرجة الحرارة المناسبة للتجرثم بين ٢٥ و ٣٠ م (٧٧° - ٨٦° ف) والغرض من التجرثم هو صيانة حيوية الخمائر في الظروف غير المناسبة ، فجراثيم الخميرة أكثر تحملاً للحرارة من الخلايا الخضرية ، إلى أنها أقل مقاومة للحرارة من جراثيم البكتيريا .

وكما هو الحال في العفن فإن الخمائر عند تجرثمها إما أن تعطى جراثيم تناسلية أو غير تناسلية . وتتكون الجراثيم التناسلية من اتصال خليتين متجاورتين من خلايا الخميرة واندماج نواتيهما ثم انقسامها مرة ، وفي بعض الأحيان مرات ، ثم تركز المادة السيتوبلازمية حول كل نواة جديدة ناتجة واحاطتها بجدار جرثومي . فإذا تم الاتصال بين خليتين متساويتين سمي الاتصال متماثل الجاميطات Isogamic ، أما إذا كان الاتصال بين خليتين غير متساويتين أو بين الخلية الأم وخلية البرعم سمي الاتصال غير متماثل الجاميطات Heterogamic . أما الجراثيم غير التناسلية فهي تتكون عن نواة خلية في دور الانقسام ، ولا يسبق هذه العملية اندماج أولى للخلايا أو النوايات ، ويسمى هذا النوع من الجرثوم Parthenogenetic . ومعظم خلايا الخميرة تكون جراثيم داخلية Enogenous ، ولو أن هناك أنواعا من الخميرة تكون جراثيم خارجية Exogenous .

الخمائر الحقيقية والخمائر الكاذبة : تقسم الخمائر تبعا لقدرتها على تكوين

الجراثيم إلى مجموعتين كبيرتين ، فالخمائر التي تكون جراثيم Sporogenous تسمى بالخمائر الحقيقية True yeasts ، والخمائر التي تكون جراثيم Asporogenous تسمى بالخمائر الكاذبة False yeasts or Pseudo yeasts . وتنقسم كل من الخمائر الحقيقية والخمائر الكاذبة إلى مجموعات كالآتي :

الخمائر الحقيقية وتشمل :

١ - مجموعة سكارومايسيس Saccharomyces . وتشمل هذه المجموعة عددا من الخمائر الهامة ، وهي تحدث تخمرات كحولية تختلف في قوتها . وخلايا هذه المجموعة إما مستديرة أو بيضية أو مستطيلة ، والكثير من خمائرنا ذا أهمية اقتصادية إذ يستخدم في صناعة التخمرات ، وإن كانت هذه الخمائر تعتبر كذلك في الظروف العادية مسئولة عن فساد بعض

المواد الغذائية، ومن أمثلتها خميرة النبيذ *Sacch. cerviciae* Var. *ellipsoides* التي يطلق عليها عادة *Sacch. ellipsoides*، ومثل خميرة البيرة *Sacch. cerviciae*.

٢ - مجموعة زيجوسكارومايسيس *Zygosaccharomyces* يعتبر أنها تدرج

تحت جنس *Saccharomycetes*. والخمائر هذه المجموعة القدرة على تخمير محاليل سكرية ذات درجات تركيز عالية في السكر، ومن أمثلتها *Znadsonii* و *Z priorianus*

٣ - مجموعة بيشيا *Pichia*، وخلايا هذه المجموعة بيضية أو طويلة،

وهي لا تكون كحولا نتيجة للتخميرات التي تحدثها بل تكون استرات. وهي كذلك تكون جراثيم.

٤ - مجموعة هانسيولا *Hansenula* وهي مثل السابقة في الشكل،

وقلما تكون مستديرة، وهي أيضا لا تكون كحولا إنما تكون إسترات. وهي كذلك تكون جراثيم.

٥ - مجموعة ديبايومايسيس *Debaryomyces*، وخلاياها غالبا

مستديرة الشكل وتكون أحيانا بيضية وهي تكون جراثيم.

الخمائر الكاذبة وأهم مجموعات هذه الخمائر :

١ - مجموعة توريولا *Torula*، وهي عادة ذات خلايا كروية صغيرة

تتكاثر بالتبرعم ولا تكون جراثيم، وهي ضعيفة في نشاطها التخمرى.

٢ - مجموعة ميكودرما *Mycoderma*، وخلاياها عادة مستطيلة وتنمو

في وجود الهواء، وهي تنمو عادة في شكل غشاء على سطح السوائل. وهي تتكاثر بالتبرعم ولا تكون جراثيم.

أهم الخمائر التي تسبب فساد المواد الغذائية

سكارومايسيس سيرفيسيا (هانسن) *SaccharomycesC erviciae* Hansen

سكارومايسيس ايليبسويدس Sacc. Cerviciae Var Ellipsoides

وهما تحدثان تخمرات في الفواكه الطازجة عند تخزينها وبحولان السكر إلى كحول وثاني أكسيد كربون .

سكارومايسيس باستوريانوس Sacch. Pastorianus ، وهي تلوث

البيرة عند صنعائها، وتحدث تغيرات غير مرغوبة في الطعام ، وهي كذلك مصدر لمناعب كثيرة في هذه الصناعة ، كما أنها تسبب تلف عصير الفاكهة . وهي تخلق طعما مرأ كما تحدث تعكيرا في المواد التي تنمو عليها .

توريولا بولشريما Torula Pulcherrima ، وهي من أكثر أنواع

التوريولا شيوعا ، وهي تسبب مناعب كبيرة من صناعة التخمير الكحولي ، وتنمو في القاع وتحدث نموا ملونا . وهي توجد في التربة وعلى الفواكه .

توريولا أمارا Torula Amara ، وهي تسبب اللبن والجبن طعما مرأ .

تعتبر من أنواع Debaryomyces ، وتمتاز هذه الأنواع بأنها تستطيع مقاومة درجات التركيز العالية للملح ، ولذلك فهي تعيش في المحاليل الملحية للمخللات .

توريولا كومونيوس Torula Communis ، وهي تنمو على عصير قصب

السكر وتحدث تخمرا يؤدي إلى انحلال جز من السكر الذي يحتويه . ويمكن لهذه الخمائر أن تنمو على درجات تركيز عالية من السكر .

ميكودرما فيني Mycoderm Vini ، وهي تنمو على هيئة مسحوق دقيق

أبيض على سطح الخل وعلى سطح المحلول الملحي للمخللات . وهي تستطيع استهلاك حمض اللكتيك المتكون بوصفه مصدرا للكربون ، وبذلك تقلل الحوضة في المخللات وتعرض للتلف .

أنواع من البيشيا والهانسنويلا Picia & Aansenula ، وهي لا تكون

كحولات من السكريات بل تكون استرات مثل خلايا الايثايل وخلات

الأميل . الخ . . ، وفي وجود الكحول تستهلكه كمصدر الكربون ، ولذلك فهي تسبب فساد المشروبات الروحية ، وإذا نمت على سوائل تكون أغشية مجمدة كما يحدث في المخلات .

الوظيفة الاقتصادية للخمائر :

على الرغم من أن الخمائر مسؤولة عن التلف الذي يحدث للكثير من المواد الغذائية بسبب ما تحدثه من تخمرات للفاكهة الطازجة ومنتجاتها ، إلا أن هناك الكثير من أنواع الخمائر أصبحت تلعب دورا هاما في الكثير من الصناعات ، خصوصا في التخمرات الصناعية ، علاوة على أنه تحضر منها أحيانا الخميرة الجافة التي تعتبر مصدرا هاما لفيتامين B .

وأهم الخمائر التي تستخدم في الصناعة هي :

سكارومايسيس ايليبسويدس *Saccharomyces Cerviciae*
Varellipsoides ، ويطلق عليها أحيانا اسم خميرة النبيذ لأنها تستخدم بصفة رئيسية في صناعة النبيذ . هي توجد على العنب وفي التربة وفي الكروم ولها القدرة على تحمل نسب عالية من الكحول في البيئة . وتستخدم أيضا في صناعة الكحول وفي تحضير عصير الفاكهة المتخمر .

سكارومايسيس سيرفيسي (هانسن) *Sacch. Cerviciae Hansen*
وهي تسمى بخميرة البيرة أيضا تقوم بالتخمير الكحولي في صناعة البيرة وكذلك تستخدم في صناعة الخبز .

العفن . Moulds

ويعتبر العفن والخمائر فطريات حقيقية *True Fungi* ، وتوجد جراثيم العفن منتشرة في الهواء ، وهو ينمو على الخبز واللحوم والفاكهة والمرطبات

وغيرها . وهو في الواقع ينمو على كل المواد الغذائية الرطبة ، ولو أنه يتميز بإمكان نموه على مواد تصل نسبة الرطوبة فيها بين ٢ و ٥ ٪ مادامت هناك رطوبة في الهواء المحيط بها ، وهو لذلك يفضل الهواء الساكن لأنه يسمح برطوبة نسبية أعلى . ويتركب العفن من خيوط أنبوية ذات حجم ميكروسكوبي تسمى بالخيوط الميسيلية أو بالهايفاء Hyphae ويمكن رؤيتها بالعين المجردة ، وهي كثيرة التفرع والتشابك وتكون هيكلًا عنكبوتي الشكل يعرف بالميسيليوم Mycelium . وهناك نوعان من الهايفات نوع ذو حواجز Septate تظهر فيه الهايفاء مقسمة بواسطة حواجز إلى عدد من الخلايا يحتوي كل منها على نواة أو أكثر ، ونوع ثان عديم الحواجز تظهر فيه الهايفاء بشكل أنبوبة ممتدة عديدة النواة . ويحدث إمتداد الهايفاء أو نمو الميسيليوم عن نمو طرفي Apical ، أو عن انقسام في خلايا الهايفاء ، نمو بزيادة الخلايا Intercalary Growth ، ويحتاج العفن في نموه إلى المواد العضوية وعلى الأخص الكربوايدرات كمصدر للطاقة ، والبعض القليل من أنواع العفن يحتاج إلى عنصر النتروجين ويتحصل عليه عادة من أملاح الأمونيوم أو النترات أو من البروتينات أو الليوتينات أو الأحماض الأمينية أو اليوريا ، وإلى جانب ذلك يحتاج العفن إلى العناصر المعدنية كالسيوم والفسفور والكبريت والمغنسيوم ، ويحتاج في بعض الحالات إلى الحديد . ويمكن للعفن أن ينمو على أفقر المواد في العناصر الغذائية ، ولذلك فهو ينمو أيضا على الأقمشة والورق وغيرها . وهو يفضل البيئة الحمضية نوعا ، ولذلك فإن الفواكه تكون أكثر عرضة للتلف بفعل العفن ، والظلام أكثر مناسبة لنموه من الضوء . والعفن الهوائي يحتاج إلى أكسجين ولذلك فإنه ينمو على سطح المواد الغذائية ، وإن كان في مقدوره أن ينمو إلى حد أقل في ظروف يكون الأكسجين فيها قليلا

ويحصل العفن على ما يلزمه من عناصر غذائية من البيئة التي يعيش فيها فهو يؤثر على الكربوهيدرات والبروتين والدهن بفعل الانزيمات التي يفرزها . وهو أقدر من البكتريا على احداث الانحلال في الدهون .

التكاثر :

يتكاثر العفن عادة بواسطة الجراثيم ، وهي عبارة أجسام دقيقة لا يزيد قطرها عن بضعة ميكرونات ، ويتكون من الميسيليوم الواحد عدد هائل من الجراثيم . وتعتبر عملية التجزئ في العفن عملية تكاثر حقيقية ، إذ أن كل جرثومة يمكنها أن تعطي نموا جديدا بواسطة ابراز أمبوبة جرثومية أو أكثر تمتد وتتفرع لتكون ميسيليوما جديدا يحمل جراثيم جديدة . ويمكن أن تتم هذه الدورة الكاملة في الظروف المناسبة في مدة تتراوح بين ٢٤ و ٤٨ ساعة . وفي معظم الأحيان يعتمد تمييز أنواع العفن على أنواع التكاثر الجرثومي الذي يحدث . وهناك نوعان من التكاثر الجرثومي ، الأول تناسلي Sexual وفيه تسبق عملية تكون الجراثيم على الدوام انقسام في خليتين منفصلتين من الخلايا ، الهايفات ، مع انقسام نواتيهما ، والنوع الثاني غير تناسلي لا يحدث فيه انقسام أولى للخلايا وإنما تتكون الجراثيم في أطراف الهايفات المخصبة . وفي بعض أنواع العفن تتكون الجراثيم غير التناسلية بحالة مفردة أو في مجاميع نتيجة لتبرعم الهايفات المخصبة أو تجزئتها ، ومثل هذه الجراثيم يطلق عليها اسم كونيديا Conidia ، كما يطلق على الهايفات التي تحملها اسم حامل الكونيديا Conidiophore . ويمكن أيضا لأنواع العفن عديدة الحواجز Non-septate أن تكون جراثيم غير تناسلية داخل كيس جرثومي Sporangium ، وتسمى مثل هذه الجراثيم Sporangiospores ويطلق على الهايفات التي تحملها اسم حامل الأكياس الجرثومية Xporangiophore إلا أنه لا يمكن مطلقا لأنواع العفن ذات الحواجز Septate أن تكون

هذه الأكياس الجرثومية ، وفي بعض أنواع العفن تتكسر الهايفات إلى أجزاء صغيرة يعتبر كل منها جرثومة إذ تكون له القدرة على إحداث نمو جديد ، وتسمى هذه الأجزاء بالاوثيريديا Oidia ، وهناك كذلك نوع من الجراثيم يطلق عليها اسم Zygosporos ، وهي ذات جدر سميك تكون نتيجة لاتصال هافيتين طرفيتين من مستعمرتين مختلفتين ، وهذا هو ما يفسر اعتبار هذه الجراثيم تناسلية . وهناك عدا هذه من الجراثيم التناسلية نوع آخر يطلق عليه Ascospores ، وتتميز الجراثيم بأنها تتكون في كيس خاص Ascus . وأهم هذه الجراثيم من ناحية حفظ الأغذية هي جراثيم العفن المسماه Byssoclamys fulva ، وهي التي تفسد الفاكهة المحفوظة . ولما كانت جرثومة العفن تعتبر طوراً من أطوار الراحة في دورة الحياة فإن الجراثيم تتميز بمقاومتها للظروف المعاكسة ، فهي أكثر تحملاً للحرارة والبرودة وكذلك للتعامل بالمطهرات ، وهي أكثر تحملاً للحرارة الجافة منها للحرارة الرطبة ، وقد تتصل الهايفات في بعض أنواع العفن لتتكون كتلا أو كرات متصلبة تسمى Sclerotia ، وتكون أكثر مقاومة للظروف المعاكسة .

مجال الحموضة :

تفضل أنواع العفن بيئة حمضية نوعاً للحصول على أسرع تكاثر ويختلف رقم pH المناسب تبعاً لنوع العفن ، إلا أنه بصفة عامة يكون أقل منه للبكتيريا ، ومع ذلك فإن الكثير من الأنواع يمكنها أن تستمر في النمو مع تغير رقم pH ، فالعفن Rhizopus Nigricans ، مثلاً يمكنه أن ينمو بين pH ٢,٢ و pH ٩,٦ ، فمجال الحموضة الذي يسمح بنمو أنواع العفن مجال متسع .

مجال الحرارة :

تختلف الدرجة المثلى للنمو تبعاً لنوع العفن ، وأنسب درجات الحرارة

لنمو العفن بصفة عامة يكون بين ١٥ و ٢٠ درجة م ° ٧٧ - ٨٦ ° ف ، ،
وليس من الضروري أن تكون الدرجة المثلى لتكوين الميسيليوم هي أنسب
الدرجات للأغراض الأخرى كتكوين الجراثيم التناسلية مثلا . وهناك
بعض أنواع الأسبرجيلس يمكنها النمو على درجة ٥٠ م ° ١٢٢ ف ، ،
ولو أن الدرجة المثلى للنمو ولتكوين الجراثيم هي ٤٠ م ° ١٠٤ ف ، ، كما
أن بعض أنواع الميوكر *Mucor* تنمو على درجة ٥٥ م ° ١٣١ ف ، ،
وانواع عفن الخبز يناسب نموها درجة حرارة بين ٣٢ و ٣٨ م ° ٩٠ - ١٠٠ ف ، .
ويمكن لبعض أنواع العفن ان تنمو في درجات الحرارة المنخفضة ، فقد
وجد أن البعض منها يمكنه ان ينمو على درجة ٦ م ° ٢١ ف ، ، إلا أن
نموها يقف عند درجة ١٥ ف . وجراثيم العفن أكثر مقاومة للحرارة من
جراثيم الخميرة ، إلا انها اقل مقاومة للحرارة من جراثيم البكتريا . وفي
اغلب الأحيان تكفي لاهلاكها درجة حرارة ٦٥ م ° ١٤٩ ف ، لمدة ٣٠
دقيقة فيما عدا العفن المسمى *Byssoclamys fulva* ، فإن جراثيمه تتحمل
حرارة ٨٧ و ٨٨ ° ، ١٨٨,٦ و ١٩٠,٤ ° ف ، لمدة نصف ساعة .
ومجموعة الجراثيم المتصلبة *Sclerotia* تكون أكثر مقاومة للحرارة ، وقد
قدر ان مثل هذه الجراثيم لبعض انواع الميسيليوم تحتاج إلى ٥ ساعات على
درجة ٨٥ م ° ١٨٥ ف ، لاهلاكها .

أهم أنواع العفن التي تتحلل بحفظ الأغذية تتبع المجموعات الآتية :

١ - مجموعة ميوكر *Mucor* ، وهي أكثر أنواع العفن شيوعا ، وأهم
خواص أفراد هذه المجموعة تكوينها لخيوط تحت سطح البيئة تساعد على
تقوية الهايفات الهوائية التي تحمل أكياس الجراثيم في نهايتها ، ولون هذه
الجراثيم أسود . والميسيليوم في هذه المجموعة عديم الحواجز ، وأشهر
أنواع هذه المجموعة *Mucor rouxii*, *Rhizopus nigricans*, *Mucor Mucido*.

٢ — مجموعة أسبرجيلس *Aspergillus* ، وهذه المجموعة شائعة في الطبيعة وهي فاتها المخصبة رقيقة ، إلا أنها تتضخم عند الأطراف بشكل مراوة Club يسمى كل منها *Basidium* ، وحول هذه تتكون تتوءات تسمى *Sterigmato* تنتهى عند أطرافها السلسلة من الكونيديا .

٣ — مجموعة البنسيليوم *Penecillium* ، وهذه المجموعة تشبه مجموعة ميوكر *Mucor* فى أن أفرادها تكون أكياس جراثيم محمولة على حوامل جرثومية *Sporangiophores* متفرعة تنتهى أيضا بأكياس ، وتوجد معظم أفراد هذه المجموعة على الأغذية ، والميسيليوم من النوع ذى الحواجز 'Septate' لونه أخضر يميل إلى الزرقة ، وأهم أنواعه *P. glaucum*, *P. digitatum* *P. italicum* ، *P. roqueforti* .

٤ — مجموعة الأوتيديوم *Oidium* ، ويتميز العفن فى هذه المجموعة بأنه ليس له شكل محدد فكل خيط من خيوط الميسيليوم له القدرة على ان ينفصل إلى وحدات أو ثديا *Oidia* تناظر الجرثومة أو الكونيديوم ، وتكون الأوتيديا فى العادة مستطيلة ومستديرة الأركان ولها مميزات الجراثيم . وبعض أنواع هذه المجموعة ينمو على اللحوم المجمدة ، وأهم أنواع هذه المجموعة *Oidium lactis* .

٥ — مجموعة بوتريتس *Botrytis* ، وتمتاز أفراد هذه المجموعة بأن جراثيمها تتكون من مجموعات على شكل عناقيد . وهو عفن طفيلى ، وأهم أنواع هذه المجموعة *Botrytis cinerea* .

٦ — مجموعة مونيليا *Monilia* وأنواع العفن فى هذه المجموعة شبيهة بالآخاز من نواحي كثيرة ، فهي مكونة من خلايا طويلة متبرعمة تتكون فى نهايتها خلايا شبيهة بالخيرة . وهذه الخلايا تتكاثر فى المحاليل السكرية بالتبرعم وهي تحدث تخمرا كحوليا ، وهي تخمر عصير القصب ، وأهم أنواعها *m. fusca*, *monilia candida*, *m. nigra* .

٧ — مجموعة التانريا *Alternaria* ، وتتميز بأن لها جرثومة أو كونيديا ، وهذه الجراثيم عديدة الخلايا وتكون في العادة داكنة اللون وتوجد على شكل سلاسل .

أهم أنواع العفن التي تسبب فساد المواد الغذائية :

١ — *Mucor mucedo* ، وهو كثير الانتشار في الطبيعة ويوجد بكثرة في المنتجات الغذائية الفاسدة حيث يكسبها لونا أسود .

٢ رايزوبس نيجريكانس *Rhizopus nigricans* ، وهو العفن الأسود الذي يظهر على الأغذية النشوية مثل الخبز القديم المخزن في مكان رطب ، وقد ظهر أنه يؤدي إلى انلاف الفراولة وفواكه أخرى .

٣ — بنيسيليوم جلوكم *Penicillium glaucum* ، وهو يمتاز باكساب المادة طعم العفن ورائحته الكريهة . ويكون في أول نموه أبيض اللون ثم يتغير لونه تدريجيا إلى الأزرق أو الأخضر ، وجراثيمه أو كونيدياته مستديرة الشكل ، وحامل الكونيديا متفرع في الجزء العلوي فقط . وجميع الخضر والفاكهة الطازجة تحمل جراثيم هذا الفطر على سطحها . وهو ينمو على كافة المواد الغذائية المعرضة للهواء ويفضل المواد المحتوية على السكر مثل الفواكه أو عصيرها والمربيات الخ . ، كما يفضل البكتات الحمضية على القاعدية أو المتعادلة .

٤ — بنيسيليوم أيتاليكم *P. italicum* ، وهو يسبب تعفن الموالح .

٥ — بنيسيليوم ديجيتاتم *P. digitatum* ، وهو يسبب تعفن الموالح أيضا .

٦ — اسبرجيلس نيجر *Aspergillus niger* ، وهو نوع كثير الانتشار في الطبيعة ويؤدي إلى فساد المواد الغذائية ، وهو أشد إتلافا للمواد الغنية بالسكر والإحماض العضوية . وهو ينمو أولا بشكل زغب قطني ، وبعد

تكون الكونيديا يصبح لون العفن أبيض . وهو لا يكسب المواد التي ينمو عليها طعما أو رائحة غير مقبولة ، ويوجد بكثرة على الفواكه والخضر وكثير ما ينمو على الجيلي والمربيات والمرملاد وكذلك على الشراب .

٧ — *اسبرجيلس جلوكس* . *Aspergillus glaucus* ، وهو يحدث تلفاً شديداً للحبوب خصوصا الشعير أثناء عملية المولت ، كما ينمو على الجيلي والفواكه المحفوظة .

٨ — *أوتيدوم لكتس* *Oidium lactis* ، وهو منتشر في الطبيعة ويوجد في اللبن الحامض ، وينمو على شكل طبقة قطيفية . وهو ينمو كذلك في الأغذية التي تحتوى على حمض لكتيك مثل المحللات والجبن والزبد وقد يحدث تغيرات بروتينية غير مرغوبة .

٩ — *بوتريتس سينيريا* *Botrytis cinerea* ، وهو يحدث تلفا للفراولة ويتحمل درجات البرودة في الثلاجات . وقد ينمو على العنب فتتخرق خيوط الميسيليوم المتشرة وتتغذى على العصير ولكنها لا تغير طعمه وإنما تحدث جفافا في الثمرة .

١٠ — *مونيليا كانديدا* *Monilia candida* ، وهو ينمو على العاكة ويخمر الدكتوروز والليفولوز والمالتوز والسكروروز .

الاهمية الاقتصادية لبعض أنواع العفن :

على الرغم من أن الكثير من الفطريات تسبب فسادا للمواد الغذائية فإن البعض منها يستخدم لاحداث تغيرات مرغوبة أو لصناعة منتجات خاصة . ومن أهم أنواع العفن التي تستخدم صناعيا ما يلي :

١ — *Penecillium roqueforti* ، وهو يستخدم في صناعة الجبن الروكفور ، وينمو داخل الجبن وينتجها ويكسبها اللون والطعم المعروفين .

- ٢ — *Penecillium camemberti* ، بنسيليوم كامبرتاى ، وهو الذى ينمو على سطح الجبن المكائبير ويستخدم فى انتاجها وإكسابها الطعم المميز .
- ٣ — أنواع من البنيسيليوم تستخدم فى تحضير الانزيمات البكتينية التى تستخدم فى الترويق الانزيمى لعصير الفواكه .
- ٤ — أنواع من البنيسيليرم تستخدم حديثا فى تحضير مستحضرات البنسلين التى تعالج بها الكثير من الأمراض .
- ٥ — أنواع من الأسبرجيلس تستخدم فى بعض البلاد لتحضير بعض المشروبات الكحولية . ففي اليابان يستخدم العفن أسبرجيلس أوريزى *Asporgillus oryzae* ، لتحضير الشراب المسمى بالساكى Saki من الأرز .
- ٦ — بعض أنواع ميوكرا تستخدم فى تحضير الكحول من الحبوب . وفى الصين يستخدم العفن *Mucor rouxii* فى تحضير شراب كحولى من الأرز .

الباب الثالث

الانزيمات

يمكن تعريف الانزيمات بأنها مواد عضوية مساعدة حساسة للحرارة تفرزها الخلايا الحية، ولها القدرة على احداث تأثيراتها مستقلة عن هذه الخلايا، وهى أما أن تفرز خارج الخلية *Exoenzymes* أو داخلها *Endoenzymes* ، وهى توجد فى الخلايا على حالة غروية. وقد أمكن فصل الكثير من الانزيمات على حالة بلورية والاستدلال على تركيبها الكيماوى . وجميع الانزيمات التى فصلت ثبت أنها بروتينات والكثير منها بروتينات متصلة . وهى فى الانسان ترتبط بكثير من العمليات الحيوية كالهضم والنشيل الخ