الباب الثانى

تغير الماده الغذائية وفادها

فساد المادة وتغيرها : يحدث فساد المواد الغذائية نتيجة عدة عوامل تؤدى الى إحداث تغيرات كثيرة فى مظهرها ولونها ورائحتها وتركيبها الكيمائى وتشمل هذه العوامل حالة المادة الغذائية ومدى تعرضها للتلوث بالأحياء الدقيقة ومدى نشاط الانزيمات فيها ، وتشمل كذلك نوع التفاعلات الكيمائية المباشرة التى 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 .

حالة المادة الغذائية وطبيعة كيانها : لمعظم المواد الغذائية كيان خاص بها ، والكثير من المواد النباتية منها تحميها طبقة خاصة أو قشرة صلبة نوعا ما ، وقد تكون مغلفة فى بعض الاحيان بطبقة شمعية كما فى حالة الفاكهة ، او بمادة مخاطية كما فى حالة الخضر ، ويساعد هذا النوع من الوقاية الطبيعية على صيانة المواد الغذائية لفترة محدودة من الزمن . ومن المشاهد أن المواد الغذائية التى ليس لها كيان خاص تحرمها الطبيعة من هذه الوقاية وتكون أكثر تعرضا للفساد ، وهذا هو إحد الأسباب التى تؤدى 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 الخارجى ، وبالتالى 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 الأسباب التى تدعو الى سرعة فسادها . ويؤدى تهشم المادة الغذائية الى زيادة السطح المعرض منها ، كما يؤدى الى تعرضها لتأثير العوامل الخارجية كالهواء والأحياء الدقيقة وغيرها ، فالفاكهة السليمة تحتفظ بحالتها مدة أطول مما لو تهشمت أو جرحت أو ثقبت إذ انها فى هـــذه 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 الضرورى جمع المحصولات الغذائية وإعدادها وتعبئتها ونقلها وتخزينها مع حمايتها من الآفات المختلفـة ومقاومتها إن وجدت ، ومراعاة الطرق الفنية فى تجهيزها وإعدادها للحفظ .

الاحياء الدقيقة : تشمل البكتريا والعفن والخائر وتقع جميعها ضمن مجموعة الفطريات Fungi ، أو الميسيتس Mycetes . وعلى الرغم من أن دراسة الأحياء 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 ماتحدثه فى المواد الغذائية من تغيرات ، وبذلك يتيسر لنا فهم وسائل الحفظ .

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

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

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

الجراثيم : هناك لبعض البكتريا طور مقاوم يعرف بالجرثومة Spore أو الاندوسبور Endospore ، تتخزن فيه القوة الكامنة للخلية الخضرية . وأغلب أنواع البكتريا التى فيها جرثومة واحدة فى الخلية البكترية تكون من أنواع خاصة من البكتريا العضوية، وان كان هناك بعض أنواع من البكتريا الكروية قد تكون لها القدرة على تكوين جراثيم . وتتغلف الجراثيم بغشاء سميك أو جدار جرثومى ويعتقد أن مقاومة جراثيم البكتريا للحرارة يرجع إلى الخواص العازلة لهذا الجدار الجرثومى السميك ، ولذلك تستطيع

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

التغذية : إن فهم كيفية حصول البكتريا على غذائها وأنواع العناصر الغذائية الضرورية لها يسهل علينا فهم التغييرات التى تحدثها البكتريا أثناء نموها فى المواد الغذائية . والبكتريا ، كأى خلية حية ، لابد لها لكى 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 البكتريا على غذائها من البيئة التى تعيش فيها ، وذلك بمروره خلال جدارها الخلوى المنفذ ، فإذا كانت المادة الغذائية فى صورة لاتصلح لمرورها خلال هذه الجدر كان من الضرورى انحلالها إلى مركبات أبسط تركيبا يمكنها أن تنفذ إلى داخل الخلية . وتحدث البكتريا هذا الانحلال بتأثير الانزيمات التى تفرزها فى البيئة Exo - Enzymes ، وقد تطرأ على تلك المواد بعد امتصاصها داخل الخلايا تغيرات انزيمية أخرى بفعل انزيمات داخلية Endo - Enzymes بغرض زيادة انحلال المواد الغذائية أو بغرض بناء المادة الخلوية ، وسيأتى الكلام عن الانزيمات تفصيلا فى الباب التالى .

وتحتاج البكتريا فى بيئتها إلى الكثير من العناصر المعدنية نظرا لتأثيراتها

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

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

١ — بكتريا Autotrophic : هى البكتريا التى يمكنها بناء مادة البروتوبلازم من المركبات البسيطة غير العضوية التى تستخلص من البيئة ، فهى تستطيع تمثيل الكربون من ثانى أكسيد الكربون . كما تستطيع تمثيل النتروجين من النشادر والنترات والنتريت ، وهى تحصل على الطاقة اللازمة لنموها من تفاعلات التأكسد أو تستغل الطاقة الإشعاعية لضوء الشمس . وتشمل هذه المجموعة بكتريا التأزت ، وهى البكتريا ذات الأهمية الخاصة فى ميكروبيولوجيا التربة وليس لها علاقة بفساد الأغذية .

٢ — بكتريا Heterotrophic : هى التى تعتبر المواد العضوية ضرورية لها بوصفها مصدراً للكربون والطاقة ، وتشمل هذه المجموعة البكتريا

المرضية Pathogenic ، والأنواع الرمية Saprophytic المسئولة عن فساد الأغذية وعن إنحلال المركبات المختلفة التى تدخل فى تركيب الموادالغذائية.

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

١ — بكتريا هوائية إجباريا Obligate Aerobes : هى التى تحتاج إلى الاكسجين الجزيئى للنمو .

٢ — بكتريا غير هوائية إجباريا Obligate Anaerobes : هى التى ليس لها القدرة على الاستمرار فى النمو والنشاط فى وجود الاكسجين الجزيئى.

٣ — بكتريا غير هوائية اختياريا Facultative anaerobes : هى التى تنمو فى وجود الاكسجين الجزيئى أو فى غيابه على السواء .

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

أطوار النمو والتكاثر للبكتريا : تسلك البكتريا فى نموها وتكاثرها أربعة أطوار هى :

١ — طور الابطاء Lag phase : فى هذا الطور قدلا يتزايدعددخلايا البكتريا الموجودة فعلا أو قد تتزايد بنسبة قليلة جدا ، إلا أن بعض الخلايا البكتيرية تنمو ويكبر حجمها نوعا ، ويزيد فيها نشاط عمليةالتنفس وبعض العمليات الأخرى . ويتوقف طول مدة هذا الطور على عوامل كثيرة أهمها عدد الخلايا البكتيرية الموجودة وظروف البيئة ، فإذا زاد عـــدد 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 البكتريا خلال هذا الطور زائدة الحساسية بالنسبة للحرارة وللجواهر الكيمائية السامة .

٢ — الطور اللوغاريتمى : هو الفترة التى يحدث فيها أسرع نمو للخلايا والتى يتزايد فيها عدد البكتريا تزايدا هندسيا يمثله خط بيانى 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 البكتريا ، كما أنها تتأثر بالحرارة وبعوامل أخرى ، وبعد أن تتم الزيادة اللوغاريتمية تستعيد الخلايا مقاومتها الطبيعية للتأثيرات الطبيعية والكيمائية المعاكسة .

٣ — طور الثبوت : بعد أن يصل عدد البكتريا 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 البكتريا وقد تموت المزرعة بأجمعها خلال أيام قليلة ، وقد يستغرق هذا التناقص بضعة أشهر . ويزيد فى سرعة التناقص إحتواء البيئة على سكر قابل للتخمر إذ يكون للحمض الناتج عن هذا التخمر تأثير سام على البكتريا 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 مثبطة للنمو ، أو أحتمال أن يؤدى التأثير الطبيعى لتزاحم

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

مجال الحرارة الملائمة للنمو : لجميع أنواع البكتريا هناك درجة حرارة صغرى وأخرى عظمى تنشط عندها . وبين هاتين الدرجتين تقع الدرجه 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 ٤٥° م (١٠٤° - ١١٣° ف) ولو أن هناك بعض أنواع منها تتحمل الحرارة Thermo — Tolerent ، والبكتريا التى تكون جراثيم من هذه المجموعة تنمو على درجة ٥٥م (١٣١° ف) .

٣ — المجموعة الثرموفلية (المحبة للحرارة) Thermophilic Group : هى بكتريا جرثومية ، ودرجة الحرارة المثلى لها ٥٥م . (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 التى تتعدى هذه الحدود يكون لها تأثير ممیت أو مثبط لنمو البكتريا والكثير من أفراد هذه المجموعة تتسبب فى فساد المواد الغذائية المحفوظة كالخضر واللحوم ، وهى توجد بكثرة فى التربة وفى الماء .

أمثلة على البكتريا التى تحدث الفساد فى المواد الغذائية : يمكن تقسيم البكتريا التى تؤدى إلى افساد المواد الغذائية إلى مجموعتين :

١ — بكتريا غير مرضية : وأهم الأمثلة على هـــذه البكتريا مجموعة باسيلوس كولاى Bac. Coli أو أشيريشيا كولاى Escherichia Coli ، وجميعها من بكتريا الأمعاء ، ووجودها فى الماء يعتبر دليلا على التلوث بفضلات المجارى ، وهى توجد فى المجارى والروث والتربة والهواء وهى شائعة فى تلوث اللبن . وهناك مجموعة أخرى تنتسب إلى المجموعة السابقة هى باسيلوس ايروجينس Bac. Aerogenes وهى مسئولة عن فساد الكثير من الأغذية غير الحمضية وكذلك مجموعة الاميلو باكتر B. Amylobacter ، وهى توجد بكثرة فى التربة وعلى سطح الحبوب ، وبعض أفراد هذه المجموعة يكون حمض بيوتريك وحمض خليك والبعض منها يكون كحول بيوتايل واسيتون كما

يكون اكسيد الكربون . أما باسيلوس ميزينتاريكاس Bac. Mesentaricus فهى من أنواع البكتريا التى تؤدى إلى فساد المخللات . وكذلك تعتبر كلوستريديوم سبوروجينس Clostridium sporogenes وكلوستريديوم بيوتريفيكام Cholstridium putrificum من أنواع البكتريا التى تسبب فساد اللحوم والاسماك ، وتعتبر بكتريا حمض اللكتيك Lactic acid bacteria مسئولة عن الكثير من التلف الذى يلحق المواد الغذائية ، وتؤدى بكتريا حمض البيوتريك كذلك الى بعض الفساد ، كما أن البكتريا الثرموفيلية تسبب خسائر كبيرة لصناعة الأغذية المحفوظة . وقد يؤدى تلوث المواد الغذائية ببعض البكتريا الكروية إلى إحداث تغيرات غير مرغوبة ، فقد تحدث مثلا تعكيرا لعصير الفاكهة المخمر وتغيرا فى طعمه .

٢ — بكتريا مرضية : هى أنواع من البكتريا تلوث المواد الغذائية وتسبب فسادها وتنقل الى 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 انواع البكتريا ذات الأهمية الصناعية : على الرغم من أن البكتريا بوجه عام تعتبر من أهم العوامل المسئولة عن تلف المواد الغذائية ، ألا أن هناك أنواعا منها تحدث فى المواد الغذائية تغييرات مرغوبة ، ولذلك فهى تستخدم فى كثير من الصناعات فتستعمل أساسيا فى التخمرات الصناعية ، وأهم انواع البكتريا التى تستخدم صناعيا أنواع بكتريا الخل Acetobacter مثل B. Aceti وباستوريانم B. Pastourianum وكوتزنجيانم B. Kutzingianum 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 فى إحداث التخمر اللكتيكى كما يحدث فى صناعة التخليل ، وهذه البكتريا تكون عادة عديمة الحركة وهى تحول السكر إلى حمض لكتيك . وهناك سلالات منها تستخدم فى تحضير حمض اللكتيك صناعيا فى الحبوب ، أما باسيلوس حمض اللكتيك Bacillus Lactic Acid فهى باسيلوس عضويه قصيرة تحدث التخمر اللكتيكى للبن وهى تقوم بدورهام فى انضاج الجبن . وهناك سلالات أخرى تنتسب اليها مثل لاكتوباسيلوس بولجاريس Lactobacillus Bulgaricus وباسيلوس اسيدوفيلس Acidopholus ، وهما يستخدمان فى صناعة اللبن الزبادى كذلك تستخدم باسيلوس بيوتركس Bac. Butyricus فى تحضير حمض البيوتريك صناعيا، وهى باسيلوس غير هوائية تحمل جراثيم وهى تعمل أيضا فى انضاج الجبن .

الخمائر Yeasts

هى 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 . والخمائر منتشرة فى الطبيعة وتوجد عادة على الطبقة السطحية للتربة وفى التراب وعلى سطح أوراق النبات. وهى تكاد توجد بصفة دائمة على سطح الكثير من الفواكه مثل العنب والتفاح والكمثرى وغيرها كما توجد بكثرة على سطح التربة فى حدائق الفاكهة. وتتركب خلية الخميرة من جدار خلوى أو غشاء منفذ يحيط بالبروتوبلازم الذى يحتوى على نواة وحبيبات مختلفة . وفى الخلايا الحديثة يكون جدار الخلية رقيقا والبروتوبلازم شفافا ، فاذا ماتقدم بها العمر تظهر فى بروتوبلازم الخلايا حبيبات وفجوات ويزيد سمك الجدار الخلوى . وخلايا الخميرة ذات أشكال مختلفة واكثرها شيوعا المستديرة والبيضية والاهليلجية Elliptical،

وتختلف خلايا الخميرة فى الحجم وقد يصل قطرها الى ٨ميكرون وطولها الى ١٠ميكرون . وتحتاج الخمائر إلى بعض المركبات العضوية وعلى الأخص الكربوايدرات للحصول على الطاقة اللازمة لها ، وتحصل على احتياجاتها عادة فى صورة سكريات والدهيدات واملاح بعض الاحماض والجليسرول والايثانول . وعلاوة على ذلك فهى تحصل النتروجين من مصادر عدة أهمها المركبات الانحلالية للبروتين مثل الببتونات والببتيدات والأحماض الأمينية ، وكذلك من الاميدات اليوريا واملاح الامونيوم ولا تستطيع الخميرة عادة تمثيل النترات فيما عدا أنواع قليلة مثل ها نسينولا Hansenula . ولابد كذلك من الحصول على العناصر المعدنية ، وهى تحصل عليها فى صورة أملاح أخصها أملاح المغنسيوم والفوسفات والبوتاسيوم والكبريت والكالسيوم والكلور وأكثر الأملاح استعمالا فى تربية الخميرة هى فوسفات البوتاسيوم وسلفات المغنسيوم وفوسفات اوكلورور الكالسيوم وسلفات الأمينوم . وفى بعض الاحيان تحتاج البيئة إلى مواد تشجع على النمو ، وتفضل الخمائر فى نموها احتواء البيئة على كمية وافرة من السكريات القابلة للتمثيل والمواد الغذائية المناسبة ذات التأثير الحمضى ، ويختلف رقم pH المناسب تبعا لنوع الخميرة ، ويتراوح رقم pH بين ٥,٣ — ٥,٥ ، ويكون رقم pH للتخمرات الصناعية فى العادة مابين ٤ و ٤,٥ . والبيئات التى تصلح لنمو الخميرة تصلح فى نفس الوقت لنمو العفن ، بينما يكون من الصعب على البكتريا أن تعيش فيها نظرا لتأثيرها المثبط

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

الخميرة والهواء : معظم الخمائر تؤثر فى المواد الغذائية فى ظروف هوائية اختيارا ، ولو أن منها ماينشط أيضا فى وجود الهواء.

المجال الحرارى للنمو: تقع الدرجة المثلى لمعظم الخمائر بين ٢٥ و ٣٠ م (٧٧ — ٧٦ ف) . ويمكن للخمائر أن تحتفظ بحيويتها فى درجات الحرارة المنخفضة ، إلا أن نشاطها يقف عند حوالى ١٥ درجة ف . وتهلك معظم الخمائر فى درجات الحرارة الأقل من درجة غليان الماء ، ويكفى 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 فى الجدار الخلوى. وهذا البرعم أو الزر يتزم عند قاعدته ، ثم يزيد فى الحجم حتى يصل فى حجمه وشكله إلى حجم الخلية الأصلية وشكلها واخيرا ينفصل عنها . وكثيرا ماتعطى الخلايا البرعمية أزرار جديدة قبل أن يحدث الانفصال فتظهر هناك مجموعة متصلة من خلايا متباينة .

أما التكاثر بالانقسام فانه يحدث بانقسام الخلية الاصلية الى خليتين، وطريقة الانقسام هنا تماثل نظيرتها فى انقسام البكتريا .

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

وكما هو الحال فى العفن فان 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 ، وفى بعض الاحيان مرات ، ثم تركز المادة السيتوبلازمية حول كل نواة جديدة ناتجة واحاطتها بجدار جرثومى . فاذا تم الاتصال بين خليتين متساويتين سمى الاتصال متماثل الجاميطات Isogamic، أما إذا كان الاتصال بين خليتين غير متساويتين أو بين الخلية الأم وخلية البرعم سمى الإتصال غير متماثل الجاميطات Heterogamic. أما الجراثيم غير التناسلية فهى تتكون عن نواة خلية فى دور الانقسام ، ولا يسبق هذه العملية اندماج أولى للخلايا أو النوايات ، ويسمى هذا النوع من الجرثم 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 التى تكون جراثيم Sporogenous تسمى بالخمائر الحقيقية True yeasts ، والخمائر التى تكون جراثيم Asporogenous تسمى بالخمائر الكاذبة False yeasts or Pseudo yeasts . وتتقسم كل من الخمائر الحقيقية والخمائر الكاذبة إلى مجموعات كالآتى :

الخمائر الحقيقية وتشمل :

١ — مجموعة سكارومايسيس Saccharomyces ، وتشمل هذه المجموعة عددا من الخمائر الهامة ، وهى تحدث تخمرات كحولية تختلف فى قوتها . وخلايا هذه المجموعة إما مستديرة أو بيضية أو مستطيلة ، والكثير من خمائرها ذا أهمية اقتصادية إذ يستخدم فى صناعة التخمرات ، و إن كانت هذه الخمائر تعتبر كذلك فى 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 ـ مجموعة زيجوسكارومايسيس Zygosaccharomyces يعتبر أنها تندرج تحت جنس Saccharomgces . ولخائر هذه المجموعة القدرة على تخمير محاليل سكرية ذات درجات تركيز عالية في السكر، ومن أمثلتها Znadsonii Z priorianus

٣ — مجموعة بيشيا Pichiu ، وخلايا هذه المجموعة بيضيه أو طويلة ، وهي لا تكون كحولا نتيجة للتخمرات التي تحدثها بل تكون استرات . وهي كذلك تكون جراثيم .

٤ — مجموعة هانسينولا 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 .

الخائر الكاذبة وأهم مجموعات هذه الخائر :

١ — مجموعة توريولا Torula ، وهي عادة ذات خلايا كروية صغيرة تتكاثر بالتبرعم ولا تكون جراثيم ، وهي ضعيفة في نشاطها التخمري .

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 الخائر التي تسبب فساد المواد الغذائية

سكارومايسيس سيرفيسيا (هانسن) SaccharomycesC erviciae Hansen

سكارومايسيس ايلليبسويدس Sacc. Cerviciae Var Ellipsoides

وهما تحدثان تخمرات فى الفواكة الطازجة عند تخزينها ويحولان السكر إلى كحول وثانى أكسيد كربون .

سكارومايسيس باستوريانس Sacch. Pastorianus ، وهى تلوث البيرة عند صناعتها، وتحدث تغيرات غير مرغوبة فى الطعم ، وهى كذلك مصدر لمتاعب كثيرة فى هذه الصناعة ، كما أنها تسبب تلف عصير الفاكهة . وهى تخلق طعما مرا كما تحدث تعكيرا فى المواد التى تنمو عليها .

توريولا بولشريما Torula Pulcherrima ، وهى من أكثر أنواع التوريولا شيوعا ، وهى تسبب متاعب كبيرة من صناعة التخمر الكحولى، وتنمو فى القاع وتحدث نموا ملونا . وهى توجد فى التربة وعلى الفواكه.

توريولا أمارا Torula Amara ، وهى تكسب اللبن والجبن طعما مرا. تعتبر من أنواع Debaryomyces، وتمتاز هذه الأنواع بأنها تستطيع مقاومة درجات التركيز العالية للملح، ولذلك فهى تعيش فى المحاليل الملحية للمخللات.

توريولا كومبونس Torula Communis ، وهى تنمو على عصير قصب السكر وتحدث تخمرا يؤدى إلى انحلال جزء من السكر الذى يحتويه. ويمكن لهذه الخائر أن تنمو على درجات تركيز عالية من السكر .

ميكودرمافينى Mycoderm Vini ، وهى تنمو على هيئة مسحوق دقيق أبيض على سطح الخل وعلى سطح المحلول الملحى المخللات . وهى تستطيع استهلاك حمض اللكتيك المتكون بوصفه مصدرا للكربون ،وبذلك تقل الحموضة فى المخللات وتتعرض للتلف .

أنواع من البيشيا والهانسنيولا Pecia & Aansenula ، وهى لا تكون كحولات من السكريات بل تكون استرات مثل خلايا الايثايل وخلات

الأمايل . الخ .. ، وفى وجود الكحول تستهلكه كمصدر الكربون ، ولذلك فهى تسبب فساد المشروبات الروحية ، وإذا نمت على سوائل تكون أغشية مجعدة كما يحدث فى المخللات .

الأهمية الاقتصادية للخمائر :

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

وأهم الخمائر التى تستخدم فى الصناعة هى :

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

سكارومايسيس سيرفيسي (هانسن) Sacch. Cerviciae Hunsen وهى تسمى بخميرة البيرة أيضا تقوم بالتخمر الكحولى فى صناعة البيرة وكذلك تستخدم فى صناعة الخبز .

العفن Moulds

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

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

ويحصل العفن على مايلزمه من عناصر غذائية من البيئة التى يعيش فيها فهو يؤثر على الكربوايدات والبروتين والدهن بفعل الانزيمات التى يفرزها . وهو أقدر من البكتريا على احداث الانحلال فى الدهون .

التكاثر :

يتكاثر العفن عادة بواسطة الجراثيم ، وهى عبارة أجسام دقيقة لايزيد قطرها عن بضع ميكرونات ، ويتكون من الميسيليوم الواحد عدد هائل من الجراثيم . وتعتبر عملية التجرثم فى العفن عملية تكاثر حقيقية ، إذ أن كل جرثومة يمكنها أن تعطى نموا جديدا بواسطة ابراز أمبوبة جرثومية أو أكثر تمتد وتتفرع لتكون ميسيليوما جديداً يحمل جراثيم جديدة . ويمكن أن تتم هذه الدورة الكاملة فى الظروف المناسبة فى مدة تتراوح بين ٢٤ و ٤٨ ساعة . وفى معظم الأحيان يعتمد تمييز أنواع العفن على أنواع التكاثر الجرثومى الذى يحدث . وهناك نوعان من التكاثر الجرثومى ، الأول تناسلى Sexual وفيه تسبق عملية تكون الجراثيم على الدوام انقسام فى خليتين منفصلتين من الخلايا ، الهايفا ، مع انقسام نواتيهما ، والنوع الثانى غير تناسلى لايحدث فيه انقسام أولى للخلايا وإنما تتكون الجراثيم فى أطراف الهايفا المخصبة . وفى بعض أنواع العفن تتكون الجراثيم غير التناسلية بحالة مفردة أو فى مجاميع نتيجة لتبرعم الهايفا المخصبة أو تجزئتها ، ومثل هذه الجراثيم يطلق عليها اسم كونيديا Conidia ، كما يطلق على الهايفا التى تحملها اسم حامل الكونيديا Conidiophore . ويمكن أيضا لأنواع العفن عديمة الحواجز Non-septate أن تكون جراثيم غير تناسلية داخل كيس جرثومى Sporangium، وتسمى مثل هذه الجراثيم Sporangiospores ويطلق على الهايفا التى تحملها اسم حامل الأكياس الجرثومية Xporangiophore إلا أنه لايمكن مطلقا لانواع العفن ذات الحواجز Septate أن تكون

هـــذه الأكياس الجرثومية ، وفى بعض أنواع العفن تتكسر الهايفا إلى أجزاء صغيرة يعتبر كل منها جرثومة إذ تكون له القدرة على إحداث نمو جديد ، وتسمى هـذه الاجزاء بالاوئيديا Oidia ، وهناك كذلك نوع من الجراثيم يطلق عليها اسم Zygospores ، وهى ذات جدر سميكة تتكون نتيجة لاتصال هافيتين طرفيتين من مستعمرتين مختلفتين ، وهذا هو مايفسر اعتبار هذه الجراثيم تناسلية . وهناك عدا هذه من الجراثيم التناسلية نوع آخر يطلق عليه Ascospores ، وتتميز الجراثيم بأنها تتكون فى كيس خاص Ascus . وأهم هذه الجراثيم من ناحية حفظ الاغـــذية هى جراثيم العفن المسماه Byssoclamys fulva ، وهى التى تفسد الفـاكهة المحفوظة . ولما كانت جرثومة العفن تعتبر طورا من أطوار الراحة فى دورة الحياه فإن الجراثيم تتميز بمقاومتها للظروف المعاكسة ، فهى أكثر تحملا للحرارة والبرودة وكذلك للمعاملة بالمطهرات ، وهى أكثر تحملا للحرارة الجـافة منها للحرارة الرطبة ، وقد تتصل الهايفات فى بعض أنواع العفن لتكـون كتلا أو كرات متصلبة تسمى Sclerotia ، وتكون أكثر مقاومة للظروف المعاكسة.

مجال الحموضة :

تفضل أنواع العفن بيـــئة حمضية نوعا للحصول على أسرع تكاثر ويختلف رقم pH المناسب تبعـا لنوع التعفن ، إلا أنه بصفة عامة يكون أقل منه للبكتريا ، ومع ذلك فإن الكثير من الأنواع يمكنها أن تستمر فى النمو مع تغيير رقم pH ، فالعفن Rhizopus Nigricans ، مثلا يمكنه أن ينمو بين pH ٢,٢ و pH ٩,٦ ، فمجال الحموضة الذى يسمح بنمو أنواع العفن مجال متسع .

مجال الحرارة :

تختلف الدرجة المثلى للنمو تبعا لنوع العفن ، وأنسب درجات الحرارة

لنمو العفن بصفة عامة يكون بين ١٥ و ٣٠ درجة م « ٧٧° — ٨٦° ف »، وليس من الضرورى أن تكون الدرجة المثلى لتكوين الميسليوم هى 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 هى 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 فى 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 . وفى اغلب الأحيان تكفى لاهلاكها درجة حرارة ٦٥ م « ١٤٩° ف » لمدة ٣٠ دقيقة فيما عدا العفن المسمى Byssoclamys fulva ، فإن جراثيمه تتحمل حرارة « بين 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 الميسليوم تحتاج إلى ٥ ساعات على درجة ٨٥ م « ١٨٥° ف » لاهلاكها .

أهم أنواع العفن التى تتصل بحفظ الأغذية تتبع المجموعات الآتية :

١ — مجموعة ميوكر Mucor ، وهى أكثر أنواع العفن شيوعا ، وأهم خواص أفراد هذه المجموعة تكوينها لخيوط تحت سطح البيئة تساعد على تقوية الهايفات الهوائية التى تحمل أكياس الجراثيم فى نهايتها ، ولون هذه الجراثيم أسود . والميسليوم فى هذه المجموعة عديم الحواجز ، وأشهر أنواع هذه المجموعة Mucor rouxii, Rhizopus nigricans, Mucor Mucido .

٢ — مجموعة اسبرجيللس Aspergillus ، وهـــذه المجموعة شائعة فى الطبيعة وهيفاتها المخصبة رقيقة ، إلا أنها تتضخم عند الأطراف بشكل هراوة Club يسمى كل منها Basidium ، وحول هذه تتكون نتوءات تسمى Sterigmdto 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 الأوئيديوم Oidium ، ويتميز العفن فى هـذه المجموعة بأنه ليس له شكل محدد فكل خيط من خيـوط الميسيليوم له القدرة على ان ينفصل إلى وحـــدات اوئيديا Oidia تناظر الجرثومة أوالكونيديوم ، وتكون الاوئيديا فى العادة مستطيلة ومستديرة الأركان ولها ميزات 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 مونيلا Monila وأنواع العفن فى هذه المجموعة شبيهة بالخمائر من نواحى كثيرة ، فهى مكونة من خلايا طويلة متبرعمة تتكون فى نهايتها خلايا شبيهة بالخميرة . وهذه الخلايا تتكاثر فى المحاليل السكرية بالتبرعم وهى تحدث تخمرا كحوليا ، وهى تخمر عصـــير القصب ، وأهم أنواعها m. fusca, monilia candida, m. nigra .

٧ — مجموعة التاتريا Alternaria ، وتتميز بأن لها جراثومة أوكونيديا ، وهذه الجراثيم عديدة الخلايا وتكون فى العادة داكنة اللون وتوجد على شكل سلاسل .

أهم أنواع العفن التى تسبب فساد المواد الغذائية :

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

٢ رايزوبس نيجريكانس Rhizopus nigricans ، وهو العفن الأسود الذى يظهر على الأغذية النشوية مثل الخبز القديم المخزن فى مكان رطب ، وقد ظهر أنه يؤدى إلى اتلاف الفراولة وفواكه أخرى .

٣ — بنيسيليوم جلوكم Penecillium glaucum ، وهو يمتاز باكساب الماده طعم العفن ورائحته الكريهة . ويكون فى أول نموه أبيض اللون ثم يتغير لونه تدريجيا إلى الأزرق أو الأخضر ، وجراثيمه أوكونيدياته مستديرة الشكل ، وحامل الكونيديا متفرع فى الجزء العلوى 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 البيئات الحمضية على القاعدية أو المتعادلة .

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

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

٦ — اسبرجيللس نيجر Aspergillus nigor ، وهو نوع كثير الانتشار فى الطبيعة ويؤدى إلى فساد المواد الغذائية ، وهو أشد إتلافا للمواد الغنية بالسكر والإحماض العضوية . وهو ينمو أولا بشكل زغب قطنى ، وبعد

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

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

٨ — أوئيديوم لاكتس Oidium lactis ، وهو منتشر فى الطبيعة ويوجد فى اللبن الحامضى ، وينمو على شكل طبقة قطيفية . وهو ينمو كذلك فى الأغذية التى تحتوى على حمض لكتيك مثل المخللات والجبن والزبد وقد يحدث تغييرات بروتيوليتية غير مرغوبة .

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

١٠ — مونيليا كانديدا Monilia candida ، وهو ينمو على الفاكهة ويخمر الدكستروز والليفيولوز والمالتوز والسكروز .

الأهمية الاقتصادية لبعض أنواع العفن :

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

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

٢ — Penecillium camemberti ، بنسيليوم كامبرتاى ، وهو الذى ينمو على سطح الجبن الكامبير 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 الأسبرجيللس تستخدم فى بعض البلاد لتحضير بعض المشروبات الكحولية . فى اليابان يستخدم العفن أسبرجيللس أوريزى Asporgillus oryzae ، لتحضير الشراب المسمى بالساكى Saki من الأرز .

٦ — بعض أنواع ميوكر 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 الكيمائى . وجميع الانزيمات التى فصلت ثبت أنها بروتينات والكثير منها بروتينات متصلة . وهى فى الانسان ترتبط بكثير من العمليات الحيوية كالهضم والتمثيل الخ .....