الفصل الخامس

ميكروبيولوجيا منتجات الحبوب

إنتشار البكتريا والخمائر والفطريات فى الطبيعة . عملية تخمر السكريات . مدى تلوث الحبوب الغذائية بالبكتريا . مدى تلوث الحبوب ومنتجاتها بالفطريات . الفساد الميكروبى فى الحبوب . الفساد الميكروبى للخبز .

توجد البكتريا والخمائر والفطريات منتشرة فى الطبيعة ، فهى توجد فى التربة والماء والأطعمة وغيرها . وبعض هذه الأحياء الدقيقة يكون سماً بالنسبة للإنسان أو الحيوان ، كما أن البعض قد يسبب أمراضاً للإنسان أو الحيوان أو النبات . وهناك أنواع من الأحياء الدقيقة تسبب فساد أطعمة الإنسان . غير أنه لايخفى أن بين هذه الأحياء الدقيقة عدد كبير يعود على البشرية بالنفع والخير ، مثل الأحياء الدقيقة المؤثرة فى خصوبة التربة الزراعية والمستعملة فى إجراء عمليات تخمر السكريات لإنتاج الكحول والمستعملة فى تخمير العجين عند صناعة الخبز والمستعملة فى تسوية بعض أنواع الجبن والمستعملة فى تحضير عقار البنسلين لعلاج البشر .

وتوجد الأحياء الدقيقة فى بيئاتها بأعداد ضخمة ، فتوسط عددها فى زجاجة اللبن المبستر سعة كيلو جرام يبلغ حوالى ستة وخمسين مليوناً من الخلايا البكتيرية ، بينما الدقيق قد يحتوى الجوال الواحد منه على حوالى ثلاثة آلاف مليون من الخلايا البكتيرية .

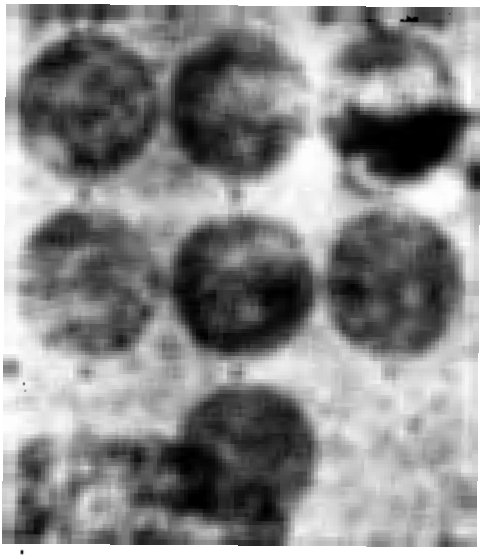
وتتبع الأحياء الدقيقة المألوف وجودها على حبوب القمح ومنتجات الحبوب القسم من المملكة النباتية المعروف باسم Thallophyta الذى لايتميز فيه الجسم إلى جذر وساق . وتنقسم هذه المجموعة من النباتات إلى قسمين رئيسيين يتميز أحدهما باحتوائه على الكلوروفيل بينما يخلو الثانى من هذه الصبغة الخضراء . وتقع الطحالب تحت القسم المحتوى على الكلوروفيل بينما ينقسم القسم الآخر إلى قسمين أولهما عديد الخلايا ويتبعه الفطريات وثانيهما وحيد الخلية وينقسم إلى قسمين تبعاً لطريقة التكاثر ، فالأول تتبعه البكتريا التى تتكاثر بالانقسام الذاتى بينما الثانى تتبعه الخمائر التى تتكاثر بالتبرعم .

وتنقسم مجموعة الفطريات Fungi التى يتبعها البكتريا والخميرة والفطر إلى ثلاثة أقسام هى : Myxomycetes (Slime fungi) و Schizomyctes

(baeteria) و Eumycetes (true fungi) . وتقسم البكتريا إلى Eubacteriales و Actinomycetales و Chlamydobacteriales و Thiobacteriales و Myxobacteriales و Spirochaetales . وكل من هذه الرتب order تقسم إلى عائلات ، وكل عائلة family تقسم إلى فصائل وكل فصيلة tribe تقسم إلى أجناس genera يضم كل منها نوعاً أو أكثر من أنواع البكتريا . أما الخمائر yeasts والفطريات moulds فتتبع القسم Eumycetes . وتتبع الخمائر التى تكون جراثيماً فى الظروف الملائمة عائلة Endomycetaceae التابعة لرتبة Ascomycetales . وتقسم هذه العائلة الأخيرة إلى أربعة تحت عائلات أهمها تحت عائلة Saccharomycoideae ، التى تقسم بدورها إلى ثلاث فصائل أكثرها أهمية فصيلة Saccharomycetaceae التى تضم الجنس Saccharomyces وهو الذى يشتمل على الخميرة المفيدة المستخدمة فى تخمرات الخبز والبيرة . وهناك الخمائر التى لا تكون جراثيماً وهى تتبع ثلاث عائلات ويقع ضمنها Torulae المنتشرة فى الطبيعة . وأما الفطريات moulds فتوجد فى رتب متعددة تتبع القسم Eumycete ، خصوصاً الرتبة المعروفة باسم Fungi Imperfecti وتقع الفطريات المسببة للتفحم Smuts والصدأ rusts فى القمح تحت رتبة Basidiomycetales .

وتتكون البكتريا من خلية واحدة يتراوح طولها بين ٠,٦ إلى ١٠٠ ميكرون وعرضها بين ٠,٤ إلى ٣٠ ميكرن ، فهى صغيرة الحجم يمكن أن يشغل ١٤٥ مليونا منها سطح بوصة مربعة واحدة . وتتكون الخلية البكتيرية من جدار خلوى منفذ للمواد الذائبة فى محلول وبداخله البروتوبلازم الحيوى . وللخلية أسواط flagella بروتوبلازمية تساعد البكتريا بانقباضاتها وانبساطها على الحركة فى السوائل . ويختلف شكل الخلية البكتيرية فقد يكون عصويا أولولبيا أو كروبا أو خيطيا . ويطلق على الخلايا الكروية الإسم cocci ، فإذا كان الجنس يتميز بوجود خلايا مزدوجة يسمى diplococci ، بينما البكتريا التى تظهر فى شكل عنقود من الكرات فتسمى

Staphylcoci ، وفى حالة ظهور الخلايا الكروية فى شكل سلاسل قصيرة أوطويلة تسمى Streptococci ، وعندما تظهر فى هيئة كتل منتظمة الشكل تعرف باسم Sarcinae والخلايا العصوية قد تكون قصيرة وسميكة أو تكون طويلة ورفيعة أو تكون صغيرة جـداً يكاد يقرب طولها من عرضها .



(شكل ٨٣)

أشكال البكتريا

(أ) Staphylococci (ب) Streptococci (جـ) Sarcinae

د ، هـ ،و بكتريا عصوية (ى) بكتريا لولبية

وتتكاثر البكتريا بسرعة فائقة حيث تنقسم الخلية البكتيرية كل نصف ساعة تقريباً يتكون غشاء يقسم البروتوبلازم إلى نصفين سرعان ما ينفصلان عن بعضهما وينمو كل منهما على حدة . والذى يحد من إنتشار البكتريا هو تغير الظروف المناسبة لها وقلة الطعام فى بيئتها . وتستطيع بعض أنواع البكتريا أن

تقاوم مثل هذه الظروف غير الملائمة بالتحول إلى جراثيم spores تبقى ساخنة حتى تتحسن الظروف فتستعيد نشاطها بالتحول إلى خلايا خضرية . مثال ذلك جراثيم البكتريا المسببة لتحبل الخبز فهى تتحمل ارتفاع درجة حرارة العجينة والخبز وتتحمل الجفاف :

وتتفاوت أنواع البكتريا فى مدى تحملها للحرارة ولكل منها درجة حرارة مثلى عندها تتكاثر البكتريا بأقصى سرعة، ودرجة حرارة قصوى، ودرجة حرارة دنيا يتوقف نشاط البكتريا تماماً عندما تجاوز أيهما . وهناك بعض أنواع من البكتريا تفضل درجات الحرارة المرتفعة أى ٥٠ أو ٦٠° مئوية وتعرف هذه البكتريا باسم البكتريا المحبة للحرارة thermophilic ، أما معظم أنواع البكتريا فيقع تحت أحد قسمين أولهما تناسبه درجة حرارة ٢٠ إلى ٢٥° مئوية والثانى درجة المثلى ٣٥ إلى ٤٠° مئوية .

وللأكسجين أثر بالغ فى نمو البكتريا ، فبعضها لا ينمو إلا فى وجود الأكسجين ويطلق عليه الإصطلاح هوائية حتما obligatory aerobes ، وبعضها ينمو فى حالة غياب الأكسجين فقط وتسمى هذه البكتريا لاهوائية حتما obligatory anaerobes ، وبعضها ينمو فى وجود أو غياب الأكسجين ويسمى facultative. كذلك يطلق الإصطلاح microoerophilie على البكتريا التى تنمو فى حالة انخفاض ضغط بخار الماء عن ماء هو عليه فى الجو .

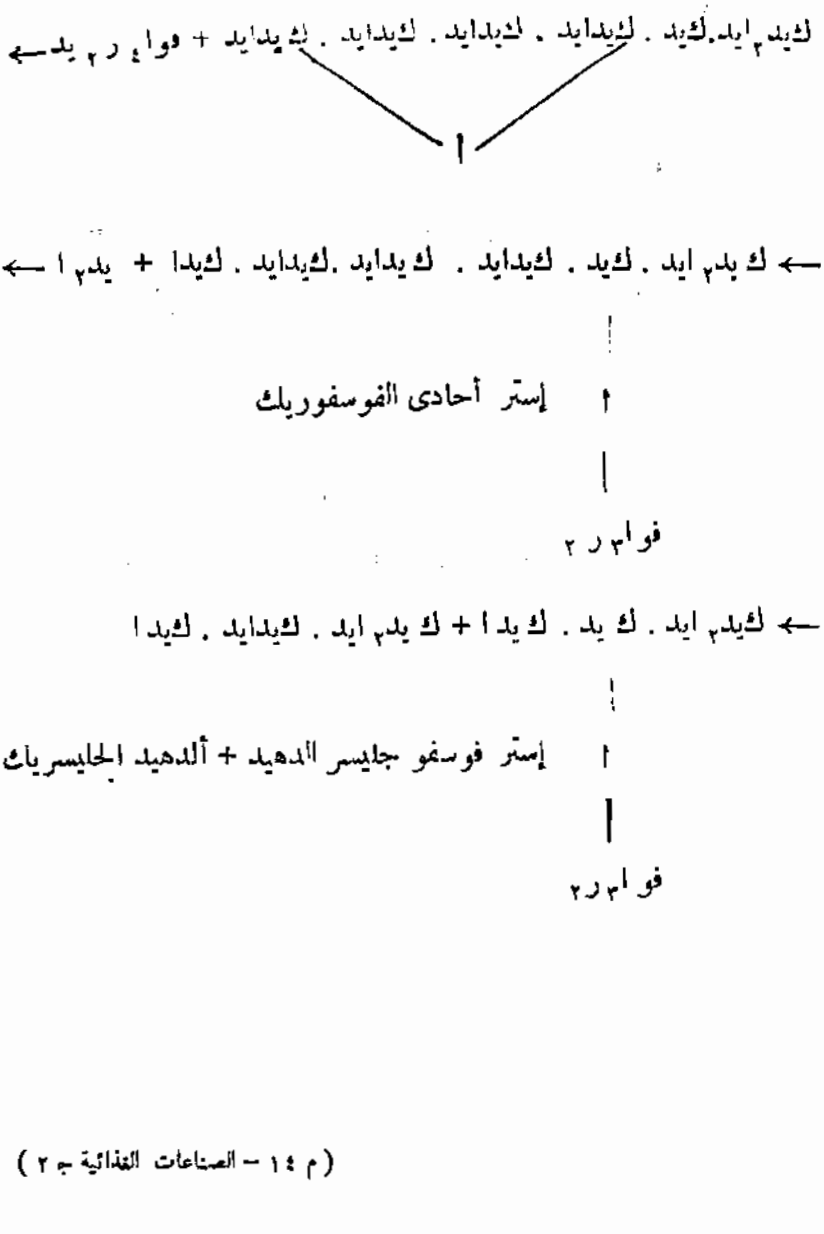
وتتغذى معظم أنواع البكتريا على مواد عضوية ، والقليل منها يتطلب مواد غير عضوية . كذلك تستعمل معظم الأنواع النتروجين البروتينى ، أو الأحماض الأمينية ، والكربون العضوى :

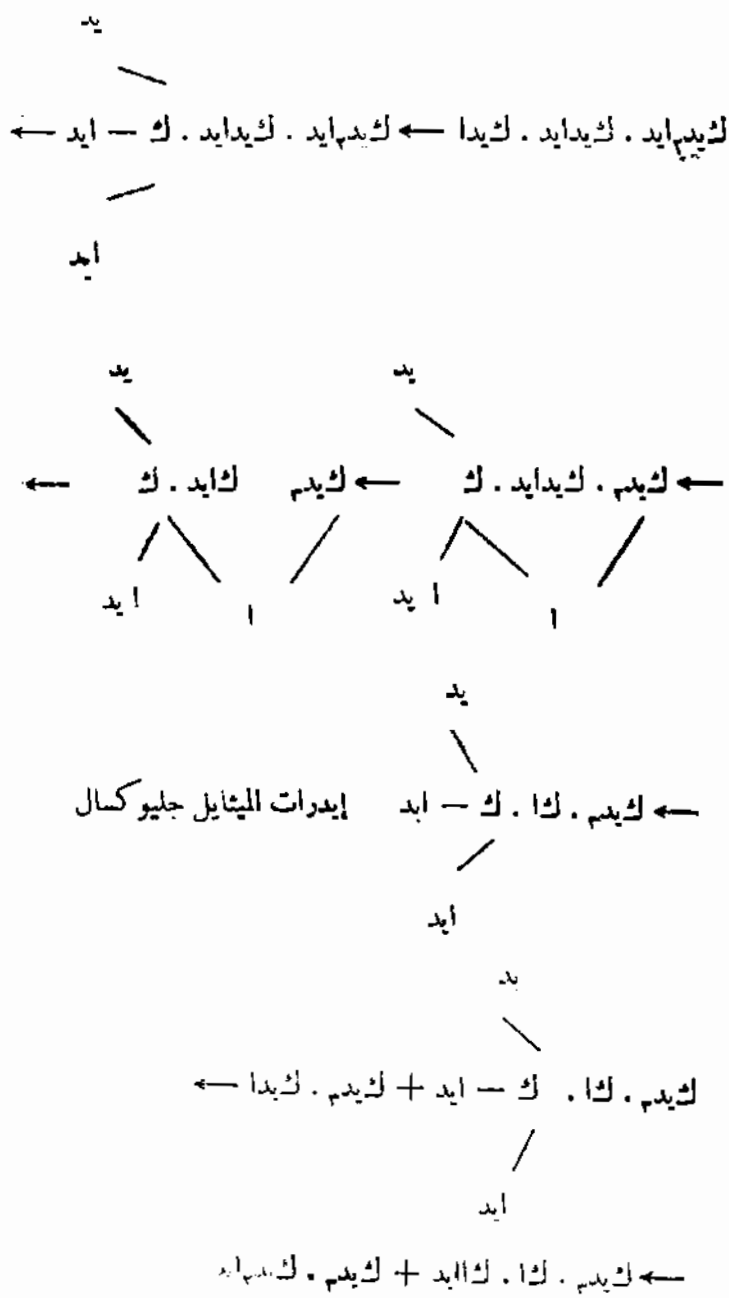
وتؤثر حموضة الوسط على نمو البكتريا ، فمعظمها يفضل الوسط القلوى الخفيف أى pH ٧ إلى ٩ . وتتأثر حموضة الوسط بكمية الأحماض

التى تنتجها بعض أنواع البكتريا المنتجة للأحماض وبكمية المواد القلوية التأثير كالأمونيا التى تنتجها بعض الأنواع ، وكذلك بكمية المواد المنظمة التى قد توجد فى البيئة . كذلك قد تنتج بعض أنواع البكتريا غاز ثانى أكسيد الكربون أو إيدروجين أو نتروجين أو ميثان بتحليلها للكربوإيدرات أو النترات أو السليلوز . وتنتج بعض أنواع البكتريا الإندول من البيئة المحتوية على تربتوفان ، كما ينتج البعض مادة الأسيتيل ميثايل كربينول من الكربوإيدرات . وتحلل بعض أنواع البكتريا النشا إلى سكريات ، وبعضها يحلل الجيلاتين ، بعضها يختزل النترات إلى نتريت .

والخمائر وحيدة الخلية مثل البكتريا غير أنها تتميز عن البكتريا باحتوائها على نواة واضحة . وتأخذ خلايا الخمائر شكلا أسطوانياً أو بيضاوياً أو إهليلجيا . وتتراوح أبعاد خلية الخميرة بين ٣ إلى ١٠ ميكرون فى ٣ إلى ١٠٠ ميكرون . وتحتوى الخلية على فراغات بها سائل رائق ، كما قد تحتوى على بضع قطرات من الزيت . وليس للخلية فلاجلات فهى عديمة الحركة الذاتية . وتتكاثر الخمائر بطريقة مختلفة عن البكتريا تماماً ، فهى تتكاثر بالتبرعم gemmation فيظهر على الخلية برعم صغير سرعان ما يكبر فى الحجم تدريجياً ثم ينفصل عن الأم . وفى حالات خاصة تكون الخمائر جراثيما وتعرف فى هذه الحالة باسم ascospores ، وقد يبلغ عدد الجراثيم المتكونة داخل الخلية الواحدة ثمانية كل منها تستطيع أن تنتج فيما بعد خلية خضرية . فتكوين الجراثيم فى الخميرة يختلف عنه فى البكتريا إذ فى الأولى يعتبر وسيلة للتكاثر بينما فى الثانية لا يعد وسيلة للتكاثر بل إن البكتريا تكون جراثيما لتقاوم الظروف المحيطة غير المناسبة . ويتطلب نشاط الخميرة توفر الرطوبة . وتبلغ درجة الحرارة المناسبة لنشاط الخميرة ٢٠ إلى ٣٠° مئوية وقد تمتد إلى ٤٠° مئوية فى بعض الأنواع ، أما درجة pH الوسط فأنسبها المائلة للحموضة الخفيفة . وتستطيع معظم أنواع الخميرة تخمير بعض الكربوإيدرات وإنتاج كحول وغاز ثانى أكسيد الكربون تحت

ظروف لا هوائية أو فى وجود نسبة ضئيلة من الأكسجين مقارنة بأكسجين الجو . وأهم الأنواع المحدثة لهذا التخمر والتى تسبب رفع العجينة المتخمرة هى Saccharomyces cerevisiae وتتضمن عملية تخمر السكريات بفعل الخميرة عدداً من التفاعلات تتلخص فيما يلى :



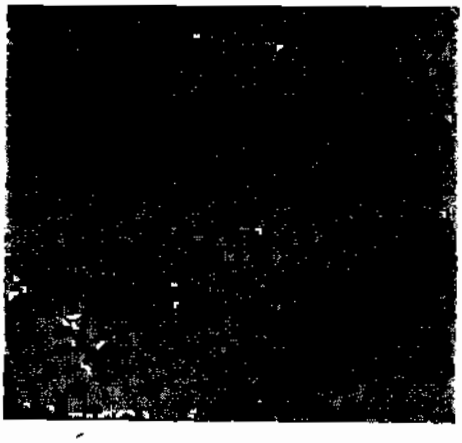


حمض بيروفيك كحول إيثايل

لكيدم . لكا . لكاايد ← لكيدم : لكيدا + لكام

حمض بيروفيك أسيتا لدهيد

ويتحكم فى سير التفاعلات السابقة عدد كبير من الإنزيمات . وتحتوى الخميرة أيضاً على إنزيمات بروتينية لكنها لا تؤثر فى استواء العجينة أثناء التخمر بسبب عدم إمكان انتشار إنزيمات الخميرة البروتينية خارج الخلية ، لكنه يعتقد أن الخميرة تنشط الإنزيمات البروتينية فى الدقيق . وتقل نسبة النتروجين الأمينى فى العجينة قليلاً أثناء فترة تخميرها . ولا يقتصر نشاط الخميرة أثناء فترة التخمر على إنتاج الغاز فقط فهى تتكاثر أيضا بما يقرب من خمسين فى المائة من عددها .

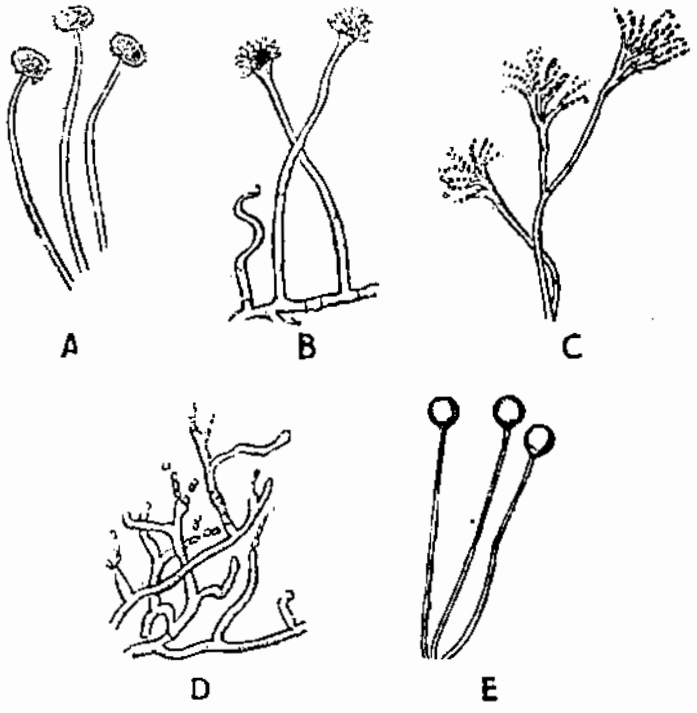


(شكل ٨٤)

خلايا خميرة الخبز مكبرة

(شكل ٨٥)
خلايا خميرة متوحشة مكبرة

وتتميز الفطريات بكونها عديدة الخلايا ،وخلاياها عادة شبه اسطوانية الشكل يتحد بعضها معاً مكوناً سلاسل تعرف باسم الهيفات hyphae . وبعض هذه الهيفات تحمل فى نهايتها جراثيما قادرة على الإنبات لتكوين خلايا خضرية ، وهى تعرف باسم fructifying hyphae . ويطلق على جسم الفطر بمجموع هيفاته اسم الميسليوم mycelium . وفى بعض أنواع الفطر المعروفة باسم septate mycelium تنقسم الهيفات عرضياً إلى عدة أقسام . وعموما تتكون خلية الفطر من جدار خلوى وبروتوبلازم ونواه وأحيانا بعض فجوات وقطرات دهنية . وتتكاثر الفطريات دائما بتكوين الجراثيم التى قد توجد فى شكل عنقودى على جوانب الهيفات أو فى أطرافها، وهذه تعرف باسم الكونيديات conidia . وقد توجد الجراثيم فى أكياس تعرف باسم sporangia ، كما قد تتكون بانقسام الهيفات وتعرف حينئذ باسم oidia . ومعظم جراثيم الفطريات كروية الشكل . وتنشط الفطريات فى وجود الرطوبة التى قد تكون أقل نوعاً مما تتطلبه الخميرة ، وعلى درجة حرارة أقل قليلا مما تتطلبه الخميرة ؛ وفى وجود الأكسيجين . وهناك القليل من الفطريات اللاهوائية والفطريات الاختيارية . وبعض هذه الفطريات قادرر على إحداث التخمر الكحولى .



(شكل ٨٦)
بعض أنواع الفطريات

أ – Mucor mucedo ب – Aspergillus glaucus
جـ – Penicillium glaucum د – Oidium lactis
هـ – Rhizopus nigricans

مدى تلوث الحبوب الغذائية بالبكتريا :

يتميز كل نبات فى الطبيعة بوجود بعض أنواع من الأحياء الدقيقة النامية عليه و يبدو أن العدد الأكبر من هذه البكتريا الموجودة طبيعياً على النباتات من الأنواع العضوية غير المتجرثمة . فباستعمال بيئة الآجار على درجة ٣٧° مئوية وجد أن جراماً وحداً من قمح المانيتوبا يحتوى على ثمانية ملايين

خلية بكتيرية ، وكان العدد فى قمح باروسو ٢١٩٠٠٠ ، وفى القمح الأسترالى ٢٠٠٠٠ ، وفى القمح الإنجليزى ٨٠٠٠٠ . وباستعمال بيئة جيلاتين على درجة ٢٠° مئوية كان عدد البكتريا فى الجرام الواحد من كل من العينات السابقة أربعين مليوناً ، ٢٨١٠٠٠ ، ٨٠٠٠٠ ، ٢٢٥٠٠٠ على التوالى. وبالنسبة لأنواع الحبوب الأخرى وجد أن الجرام الواحد من حبوب الزمير أو الشعير أو الشيلم أو الذرة يحتوى على ٠٠٠ ١٣٠٠ ، ٠٠٠ ١٦٠٠ ، ١٢٦٠٠٠ ، ٠٠٠ ٣٥٠٠ خلية بكتيرية على التوالى . وفى إحدى التجارب وجد أن الجرام الواحد من الأرز الشعير المجفف هوائياً يحتوى على عشرين مليوناً من البكتريا اللاهوائية مع ٣٦٠٠٠٠ خميرة .

وينخفض عدد البكتريا الملوثة للحبوب أثناء التخزين بسبب انخفاض نسبة الرطوبة فى هذه الحبوب ، بينما يزداد العدد كثيراً أثناء تنبيت الشعير فى صناعة المولت . وينخفض عدد البكتريا كثيراً أثناء تنظيف وغسيل حبوب القمح فى المطاحن كأن ينخفض من ٠٠٠ ٢٥٠ ١٣ إلى ٠٠٠ ٣٢٥٠. وقد لوحظ أن الفرشاة تخفض عدد البكتريا فى المطحن بما يقرب من ٢٤ فى المائة ، وأن غربال المروحة يقلل عدد البكتريا بما يقرب من ستين فى المائة .

ويعتقد أن جميع أنواع البكتريا الملوثة لحبوب القمح ليس لها تأثير ضار على صفات الخبيز أو صفات المنتجات المخبوزة . فقط إذا وجدت البكتريا التابعة لمجموعة B.subtilis أدى ذلك لظهور التحبل rope فى الخبز إذ أن هذه البكتريا قادرة على تكوين جراثيم تتحمل درجة حرارة فرن الخبيز لذلك تلجأ بعض المطاحن فى الدول الأجنبية إلى إضافة الكلور أو مركباته أو الكلورامين أو هيبو كلوريت الصوديوم إلى ماء الغسيل لتخفيف حمولة القمح من البكتريا . وقد وجد أن الكمية من الكلور التى تكفى لإبادة الجراثيم تبلغ مائة جزء فى المليون على أن تستمر مدة النقع خمسمائة ثانية ، أو ١٥٠ جزءاً فى المليون لمدة مائتى ثانية .

ويختلف عدد البكتريا تبعاً لدرجة الدقيق فيقل بارتفاع الدرجة ، فعدد البكتريا النامية على درجة ٢٠ إلى ٢٥ مئوية فى الدقيق الفاخر بلغ فى إحدى التجارب ثمانية آلاف ، بينما فى الدقيق العادى كان العدد إثنين وثلاثين ألفاً . ويقل عدد البكتريا فى الدقيق أثناء التخزين ، ويتوقف مدى الانخفاض فى العدد كثيراً على نسبة الرطوبة فى جو المخزن وقليلاً على درجة الحرارة . فالدقيق الفاخر المخزن فى المطحن انخفض عدد البكتريا فيه ، فى إحدى التجارب ، بنسبة ٦٣ فى المائة للبكتريا التى تناسبها درجة حرارة جسم الإنسان وبنسبة ٣٠ فى المائة للبكتريا التى تفضل درجات حرارة أقل من سابقتها ، وذلك بعد مرور ستة وعشرين يوما على التخزين . وقد بلغت نسبة الانخفاض فى البكتريا النامية على الدقيق العادى ٧٩ فى المائة و ٣٩ فى المائة على التوالى عقب التخزين نفس المدة على نفس درجة الحرارة أى ١٥,٥° مئوية ونفس درجة الرطوبة النسبيه أى ٧٧,٥ فى المائة . ويعتبر المصدر الرئيسى لتلوث الدقيق بالبكتريا هو حبوب القمح التى تتلوث من التربة والجو . أما تلوث الدقيق أثناء النقل فضئيل نسبياً وينتج عنه التلوث ببكتريا مخالفة للأنواع التى تنمو عادياً على حبوب القمح epiphytic microflora

ومن تجارب Kent – Jonesand Amos تبين أن جميع الأقماح التى فحصت تحتوى على البكتريا المسببة لتحبل الخبز ، كما احتوت على بعض ميكروبات غير مميزة النوع فأعطيت الأرقام ٣ ، ١٣ ، ٤ ، ١١ ، ١٤ ، ١٥ ، ١٦ . وقد فحصت عينات الدقيق أيضاً فوجد أنها تحتوى على الخميرة أيضاً بمعدل ١٢ إلى ٢٦٨ خميرة فى الجرام الواحد . وقد تراوح عدد جراثيم البكتريا المسببة لتحبل الخبز فى الجرام الواحد من الدقيق بين عشرة ومائة وستين .

ويبدو أن البكتريا التى توجد طبيعياً على حبوب القمح وفى الدقيق لاتؤثر تأثيراً ملحوظاً فى عملية تخمر العجين المضاف إليه خميرة ، خصوصاً

فى حالة اتباع طريقة العجن العادية ، بينما فى حالة اتباع طريقة العجينة الإسفنجية التى تستغرق مدة عشرين ساعة مثلا تسنح الفرصة لنشاط البكتريا ويظهر أثر هذا النشاط بارتفاع حموضة العجينة نتيجة لنشاط البكتريا المنتجة للأحماض مثل B.lactis .

مدى تلوث الحبوب ومنتجاتها بالفطريات :

توجد طبيعياً على الحبوب الغذائية مجموعة فطريات fungal flora بجانب احتوائها على مجموعة البكتريا bacterial flora . ففى الجرام الواحد من عينات قمح أمريكى وجد عدد من الفطريات يتراوح بين ٢٠٤٠ ، ٦٦٠٠٠ . وتسبب غزارة الفطريات على سطح القمح عفونة رائحته وارتفاع حموضة الدهن به ، كما هو الحال عندما يكون عدد الفطر فى الجرام الواحد من القمح الردىء ٤٠٠٠٠٠ مثلاً . وبالنسبة للذرة وجد فى بعض التجارب أن عدد الفطر فى الجرام الواحد من الذرة الأمريكى قد تراوح بين ١٣٠٠ ، ١٨٠٠٠٠٠٠ . وفى الأرز تراوح العدد بين ٥٠٠ و ٤٥٠٠٠٠٠ وفى رجيع الأرز بلغ عدد الفطر ٢٤٠٠٠ . ويتأثر عدد الفطر أثناء تخزين الحبوب بدرجة رطوبتها ، فبارتفاع درجة الرطوبة يطغى نمو فطر . بنسلين penicillium على فطر Aspergilli ، وبازدياد الرطوبة كثيراً يطغى نمو Mucor على سابقيه . كذلك يتأثر عدد الفطر بدرجة الحرارة ، فعند درجة ٢٥° مئوية كان الفطر السائد فى إحدى التجارب هو penicillium عند درجة ٣٠° مئوية كان A.flavur وعند درجة ٣٥° مئوية كان A.glaucus وعند ٤٥° مئوية كان Mucor . وتحتوى حبوب القمح الفاسد على كثير من الفطريات منها Fusarium Hormordendum ، Curvularia ، Helminthosporium ، monilia , Rhizopus ، Cephalosporium ، Streptomoyces ومن الفطريات المألوف وجودها على الشعير أثناء نمو النباتات : Fusarium Cladosporinm ، Alternaria أما عقب الحصاد فيمكن الحصول على

فطريات Aspergillus أو penicillium كلى الحبوب . وأثناء التخزين يهاجم أجنة حبوب الشعير الفطر A . restrictus خصوصاً عندما تكون نسبة الرطوبة فى الحبوب ١٣,٥ إلى ١٤,٥ فى المائة .

ويتخفض عدد الفطر فى حبوب القمح بعد التنظيف والغسيل بما يقرب من تسعين فى المائة . ويعتقد أن الدقيق يمكن أن يتلوث بالفطريات أثناء عملية الطحن . ففى أحد الأبحاث وجد أن عدد الفطر فى الجرام الواحد من الدقيق الناتج من سلندر الدش الأول ١١١٧٠٠٠ وفى الدقيق الناتج من سلندر الدش الخامس ٢٤٥٦٠٠٠ وفى دقيق سلندر التنعيم السادس ١٠٢٠٠٠٠ . وفى بعض المطاحن قد تكون درجة التلوث بالفطريات أكبر منها فى مطاحن أخرى .

ويزداد عدد الفطر فى الدقيق المخزون بارتفاع نسبة رطوبته بعكس البكتريا إذ يقل عددها . ففى إحدى التجارب وجد أن عدد الفطر فى الجرام الواحد من الدقيق المحتوى على ١٦,٥ فى المائة رطوبة والمخزون فى أوانى مقفلة على درجة ١٥° مئوية قد ارتفع من ٣٦٠٠ إلى ٣٨٨٠٠ وعلى درجة ٢٠° مئوية ارتفع من ٣٦٠٠ إلى ٥٤٠٠٠ : بينما الدقيق المحتوى على ١٩,٦ فى المائة رطوبة ارتفع عدد الفطر به من ٣٢٠٠ إلى ٣٢٠٠٠٠٠٠ على درجة ١٥° مئوية . ومن ٣٢٠٠٠ إلى ١٣٠٠٠٠٠٠٠ على درجة ٢٠° مئوية . أما الدقيق المحتوى على ١٥ فى المائة رطوبة فلم يزداد عدد الفطر به أثناء التخزين إلا نادراً . والفطريات التى تنمو على الدقيق متعددة تمثل حوالى عشرين نوع تتبع ثمانية أجناس ، غير أن حوالى ٩٠ فى المائة من هذه الفطريات عبارة عن A . glaucus ، A candidus

الفساد الميكروبى فى الحبوب :

الحبوب المرتفعة الرطوبة تتلف أثناء تخزينها بسبب نمو الفطريات عليها. ويتحكم فى مدى نموا ونشاط الفطريات درجتا الرطوبة والحرارة وكمية الفطريات الملوثة للحبوب فى البداية اونسبة الشوائب . وتعتبر بعض أنواع

الفطر أكثر ضرراً من الأنواع الأخرى ، ففى الذرة الصفراء كان ارتفاع الحموضة بسيطاً فى حالة نمو الفطر A. glaucus وكبيراً فى حالة نمو الفطريات A. flavus ، A. Candidus ، Fusarium sp, penicillium sp وليس ممكناً إيقاف نمو الفطريات أثناء التخزين بجعل الظروف لاهوائية أى بالتخلص من الأكسيجين أو برفع تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى جو المخزن إلى ثلاثين فى المائة تقريباً ، إذ أن بعض الفطريات مثل Cephalosporium sp يستمر نموها على الحبوب الرطبة المخزنة تحت هذه الظروف . وفى صوامع الغلال كثيراً ما توجد الفطريات : A, flavus ، A. repen ، A. candidus ؛ Aspergillus resrtrictus .

ويتبع نمو ونشاط الفطريات على حبوب القمح المخزونة قلة حيوية الحبوب أوفقدها وتلون الأجنة بلون قاتم وارتفاع حموضة الدهن فى الحبوب وفساد الرائحة . ويعلل تغير لون الأجنة لحدوث تفاعل ميلارد بين السكريات والأحماض الأمينية فى القمح الملوث ، إذ أن الفطريات تسبب تحلل البروتينات وهذا مما يسبب تفاعل ناتجات التحلل تحت تأثير الإنزيمات .

وأثناء التخزين ترتفع درجة حرارة حبوب القمح ذاتياً فى بعض مناطق الصومعة بتأثير التنفس أو الإصابة بالحشرات . وهذا الارتفاع فى الحرارة يسبب نمو الفطريات فى بدايته ونمو البكتريا المحبة للحرارة عندما يزداد الارتفاع . وقد تصل درجة الحرارة أحياناً إلى ٥٠° مئوية .

وتصاب أطراف حبوب القمح المحتوية على الأجنة أحياناً بفطر أسود من جنس Helminthosporium لايؤثر فى صفات الخبز إطلاقاً ، ويعرف هذا المرض باسم Smudge أو black point كما تسبب إصابة القمح بالفطر Fusarium culmorium تبقعه باللون الأحمر ، ويعرف المرض باسم Wheat scab . ومن الأمراض الفطرية الشائعة فى الحبوب والتى ترجع إلى نمو الفطريات مرض الصدأ ومرض التفحم ومرض الأرجوت ergot .

الفساد الميكروبى للخبز :

يحتوى الدقيق النظيف عادة على قليل من البكتريا وقليل من الفطريات ، وهذه الأحياء الدقيقة لاتتلف الدقيق أثناء التخزين لانخفاض نسبة الرطوبة به . وعند الخبيز تقتل جميع الخلايا الخضرية بحرارة الفرن ، لكن لب الرغيف يظل ملوثاً ببعض جراثيم البكتريا إن وجدت ، خصوصاً جراثيم مجموعة Subtilis و mesentericus . وهذه الجراثيم تنبت أثناء تخزين الخبز وتسبب تجبل الرغيف فتظهر له رائحة غريبة وتظهر فى لبابته بقع لونها بنى مصفر وتبدو اللبابة لزجة الملمس . وهذه اللزوجة ترجع إلى تحلل النشا إلى سكريات وصموغ بفعل سلالات البكتريا B. subtilis التى قد تبلغ التسعة . وعند جذب اللبابة للخارج تبدو فى شكل خيوط رفيعة .

ويبدو أن ظهور التحبل فى الخبيز ليس متوقفاً على مدى تلوثه بالجراثيم فقط بل إن ظروف تبريد وتغليف وتخزين الخبز لها الأثر الفعال فى ظهور التحبل . فكلما كانت الظروف أكثر ملاءمة لإنبات الجراثيم ونشاط البكتريا كلما زاد ظهور التحبل . وللوقاية من ظهور التحبل ينصح بزيادة كمية الخميرة المضافة للعجينة وتحاشى لزوجة العجينة وتسوية الخبز جيداً وسرعة تبريد الخبز قبل تغليفه وإضافة فوسفات الكالسيوم الحامضية للعجينة بنسبة أربعة فى المائة من وزن الدقيق الفاخر أو خمسة فى المائة من وزن الدقيق الأسمر ، أو يضاف محلول حامض الخليك تركيزه إثنى عشر فى المائة للعجينة بنسبة ربع لتر تقريبا لكل ثلاثمائة رطل من الدقيق ، أو تضاف بيروفوسفات الصوديوم الحامضية بنسبة رطل ونصف تقريبا لكل ٢٨٠ رطل من الدقيق ، أو تضاف خلات صوديوم ثنائية الخلات للدقيق بنسبة عشر فى المائة مع مراعاة منع تأثيرها على حجم الخبز بتقليل كمية ملح الطعام المضافة وزيادة كمية الخميرة .

وتبقع الخبز باللون الأحمر نتيجة لنمو البكتريا Bacillus Prodigiosus نادر الحدوث فى العالم ، ويعرف هذا المرض باسم bleeding brea

ومن الفطريات التى تنمو على الخبز المخزون ما يلى :

Aspergillus glaucus, OosPora variabilis, penicillium crustaceum Rhizopus nigricans , Aspergillus niger, Aspergillus Fumigatus, Penicillium olivaceum, Aspergillus , Aspergillus nidulans , Aspergillus Flavus, Monilia

auantiacum. وتقتل جميع جراثيم الفطر أثناء عملية الخبيز ، أى أن نمو الفطريات على الخبز يحدث نتيجة لتلوثه عقب الخبيز . وينتشر الفطر فى الخبز للداخل عن طريق الشقوق التى قد توجد فى سطح الخبز . لذلك ينصح بالعناية بنظافة حوامل الخبز وغرف تبريده وتخزينه وورق تغليفه وماكينة تقطيعه ، وكذلك ينصح بتطهير جو الغرف . وتساعد حموضة العجينة ، أى انخفاض رقم pH بها ، على منع نمو الفطريات ، وقد وجد أن الأحماض الدهنية سامة للفطر بدرجة أكبر من الأحماض العضوية والمعدنية . لذلك يضاف حامض الخليك للعجينة لرفع حموضتها أو يدهن سطح الخبز بمحلول مخفف من حامض البروبيونيك أو بروبيونات الكالسيوم أو يبلل السطح الداخلى لورق تغليف الخبز بهذا المحلول ، وقد تضاف بروبيونات الكالسيوم للعجينة بنسبة ٠,١ إلى ٠,٢ فى المائة من وزن الدقيق . وفى طريقة أخرى تعرض شرائح الخبز للأشعة فوق البنفسجية لمنع نمو الفطريات عليها .