

الباب الثاني

الأحياء الدقيقة في الحبوب ومنتجاتها

Microbiology of grains and its products

سطح الحبوب يحتوي على آلاف بل ملايين من الميكروبات في الجرام الواحد تتلوث بها أثناء وجودها على النبات وعند حصادها وتجميعها على الأرض وخلال عملية الإنتاج وعند تخزينها وتداولها قبل وبعد الطحن والبكتريا التي تتواجد على الحبوب وفي طحنها هي: *Alcaligenes, Bacillus, Achromobacter, Serratia, Sarcina, Pseudomonas, Flavobacterium, Coliforms, Lactobacillus, Clostridium, Micrococous*. وكذلك تتواجد جراثيم الفطريات مثل *Aspergillus, Penicillium, Caldosporium, Alternaria* ورغم وجود هذه الميكروبات إلا أن الحبوب و الطحين لا يتعرضان للفساد إلا نادراً بسبب انخفاض الرطوبة فيها من (13- 15%) لكن عند زيادة هذه الرطوبة في الطحين تنشط وتتمو الفطريات والخمائر و البكتريا ويحدث تخمر لأكتيكي بواسطة بكتريا حامض اللاكتيك وتخمّر كحولي بفعل الخمائر.

عملية تنظيف الحبوب بغربلتها و تنقيتها وغسلها قبل الطحن ونخلها بعد الطحن تزيل كثيراً من الأحياء الدقيقة كما أن إجراء عملية التبييض للطحين وذلك بإضافة مواد كيميائية مؤكسدة مثل أكسيد النيتروجين أو الكلورين أو كلوريد النيتروسيل أو تراي كلوريد نيتروجين أو بيرو كسيد البنزويل وذلك من أجل زيادة بياض الطحين تمنع نمو الميكروبات في الطحين.

فساد الخبز بالميكروبات Microbial spoilage of bread

تحدث تغيرات عديدة في العجين بعضها ضروري لعمل أنواع مختلفة من الخبز والتخمير الذي يحدث عادة في العجين هو الذي تقوم به بكتريا حامض اللاكتيك *Lactic acid bacteria* وبكتريا القولون ونتيجة لذلك تتكون أحماض في العجين وكلما مضى وقت على العجين كلما زادت حموضته والخبز و المنتج منه يكون حامض كما يحدث في العجين تخمر كحولي بسبب نشاط الخمائر وتكون غاز ثاني وأكسيد الكربون الذي يكون الفقاعات في العجين وفي حالة وجود بكتريا حامض الخليك يتأكسد الكحول إلى حامض الخليك. وأثناء عملية الخبز وبسبب ارتفاع درجة حرارة الفرن تموت أغلب الميكروبات التي كانت في العجين ولهذا الخبز الخارج من الفرن يكون خالياً من الميكروبات إلا من بعض السبورات البكتيرية التي قاومت حرارة الفرن. لكن سرعان ما يتلوث الخبز بالأعفان والبكتريا خلال عملية إنتاجه وتداوله والتي تؤدي إلى فساده. وهناك نوعان شائعان من فساد الخبز أحدهما تسببه

الأعفان ويطلق عليه Moldiness والثاني تسببه البكتريا ويسمى بالمطاطية Ropiness حيث يصبح الخبز مطاطي ولزج ويمكن سحبه على شكل خيوط أو حبال Rope.

أولاً: فساد الخبز بالأعفان Moldiness

تعتبر الأعفان من أهم الميكروبات المسببة لفساد الخبز وبقية المعجنات Bakery products. وتكون حرارة الفرن أثناء عملية الخبز كافية للقضاء على الأعفان وسبوراتها لكن بعد الخبز تتلوث الأرغفة من الهواء أو من أيدي العمال والأقمشة والأكياس التي يلف فيها الخبز. وأهم الأعفان التي تسبب فساد الخبز والتي تسمى Bread molds، كما هي المذكورة في الجدول (15).

جدول (15) يوضح أهم الأعفان التي تسبب فساد الخبز

اسم العفن	علامات العفونة
عفن الخبز الأسود <i>Rhizopus nigricans</i>	نمو قطني أبيض فيه نقاط سوداء صغيرة .
<i>Penicillium expansum</i> <i>Penicillium stoleniferum</i>	نمو أخضر اللون.
<i>Aspergillus niger</i>	نمو بني إلى أسود مع صبغة صفراء تنتشر داخل الخبز.
<i>Monilia sitophila</i>	نمو وردي أو أحمر في الخبز (الخبز الأحمر أو الدموي) Red or bloody bread
<i>Mucor</i>	نمو زغبي أبيض Fizzy growth

والظروف التي تساعد على انتشار هذا النوع من الفساد هي تقطيع الخبز إلى قطع صغيرة بما يساعد على وصول الهواء الضروري لنمو الأعفان كما أن لف الخبز وهو ساخن أو حفظه في أناء محكم الغطاء يؤدي إلى زيادة الرطوبة فيه مما يساعد على نمو الأعفان ولمنع فساد الخبز بالأعفان يجب اتباع الشروط التالية:

1. استخدام الأفران الأوتوماتيكية في إنتاج الخبز.
2. تهوية الخبز بسرعة بعد خروجه من الفرن باستخدام المراوح (الأوتوماتيكية).

3. تعريض الخبز للأشعة فوق البنفسجية للقضاء على الأعفان وإضافة مواد كيميائية مثل بروبيونات الصوديوم أو حامض السوربيك بنسبة 0.3% إلى العجين لكي تمنع نمو الأعفان فيه وفي الخبز.

4. تخزين الخبز في مكان بارد وجاف لحين الاستهلاك.

ثانياً: فساد الخبز بالبكتريا (المطاطية Ropiness)

يحدث أحياناً عند تخزين الخبز في مكان رطب دافئ ظهور لون بني ولزوجة داخل الخبز مع طعم حامضي ورائحة غير مقبولة وهذا النوع من الفساد يسمى بالمطاطية Ropiness وهي كلمة مشتقة من Rope أي حبل ذلك لأن المادة اللزجة المتكونة يمكن سحبها على هيئة حبال أو خيوط. والبكتريا المسببة لهذا الفساد هي بكتريا *Bacillus subtilis* التي تكون جراثيم قد تكون موجودة في الطحين وحيث أن درجة الحرارة داخل الرغيف أثناء الخبز لا تتجاوز مائة درجة مئوية تبقى هذه السبورات حية وتتم عند توفر الظروف الملائمة لنموها. تكون هذه المواد اللزجة هو بسبب التحلل المائي لبروتين الطحين بواسطة *Gluten* أنزيمات المحللة للبروتين التي تفرزها هذه البكتريا والتحليل المائي للنشا بواسطة أنزيمات *Amylases* وتكوين سكريات تشجع إنتاج المواد اللزجة التي تدخل في تركيب الحافظة *Capsule* أي المواد اللزجة أساساً هي مواد لتكوين الحافظة *Capsular material*

العوامل التي تساعد على حدوث هذا الفساد هي:

1. تلوث الطحين والعجين بسبورات البكتريا المسببة لهذا الفساد.
2. تبريد الخبز ببطء وخبزه في مكان رطب وحرار.
3. عدم توفر الحموضة الكافية في الخبز لتمنع نمو هذه البكتريا حيث يتوقف نموها عند $pH=5$ ولمنعها يجب استعمال أدوات نظيفة لمنع التلوث وتبريد الخبز بسرعة وتخزينه في مكان بارد وجاف وإضافة حامض الخليك أو الستريك أو اللاكتيك إلى العجين لزيادة الحموضة حتى $pH=5$ وإضافة مواد حافظة مثل بروبيونات الصوديوم أو حامض السوربيك *Sorbic acid* إلى الطحين بنسبة (0.1 - 0.3%) لمنع نمو هذه البكتريا وبنفس الوقت منع نمو الأعفان.

هناك أنواع أخرى من الفساد تحدث للخبز لكنها نادرة الحدوث مثل نمو بكتريا *Serratia marcescens* أو عفن *Monilia sitophila* وتلون الخبز باللون الأحمر حيث يطلق عليه الخبز الأحمر أو الدموي *Red or bloody bread* كما أن نمو الفطريات الشبيه بالخمائر *Yeast like fungi* مثل *Trichosporon variable, Endomycopsis fibuliger* يؤدي إلى تكوين بقع طباشيرية بيضاء في الخبز عندها يسمى الخبز الطباشيري *Chalky bread* بالنسبة للمعجنات مثل الكيك تكون الأعفان هي

المسبب الرئيس لفسادها ويمكن منع هذا الفساد بإضافة المواد الحافظة (البروبيونات وحامض السوربيك) أما المكرونة عادة لا تفسد لكن عند زيادة الرطوبة فيها تنتفخ بسبب تكون غاز فيها. نتيجة نمو بكتريا *Entrobacter cloacae* أو قد تتكون خطوط أرجوانية أو حمراء في المكرونة أثناء تجفيفها على الورق بسبب تلوثها بعفن *Monilia* يحدث بعض الأحيان تجلد Staling للخبز والمعجنات بسبب تغيرات فيزيائية وليس ميكروبية وتخزين الخبز في المجمدة يمنع حدوث هذه الظاهرة.