كلية الزراعة /علوم الاغذية
المرحلة الثالثة
((تصنيع اغذية٢))
اعداد
د.فراس نجم الحديثي

التخمرات الغذائية Food Fermentation

الخل Vinegar

تعد صناعة الخل قديمة جدا أكثرمن ٥٠٠ سنة قبل الميلاد وقدتم اكتشافها مصادفة عندما لوحظ تشكل طعم حامضي ورائحة نافذة عندت عرض النبيذ أو البيرة للهواء نتج عنه تحول البيرة والنبيذ إلى حمض الخل بواسطة بكتيريا حمض الخل وعليه فإنه يمكن تعريف الخل على أنه المادة الناتجة من عملية التخمرالثنائي للمواد الأولية المناسبة المحتوية على النشاء أو السكرأو كليهما، حيث يتم في المرحلة الأولى من التخمر إنتاج الكحول بواسطة الخميرة والتي غالبا ما تتبع الجنس Saccharomyces والتي تعمل على تحويل السكريات إلى كحول، بينما يتم في المرحلة الثانية من التخمر أكسدة الكحول بواسطة بكتيريا حمض الخل وذلك تحت الظروف الهوائية إلى حمض الخل والذي تتراوح نسبته في الخل عادة بين ٥-٨%

ويستخدم الخل بشكل واسع في مجال الصناعات الغذائية لإكساب بعض المنتجات مذاق خاص مرغوب فيه، كما يمكن استخدامه في عملية التصنيع الغذائي كأحد مكونات صناعة الكاتشب، هذا وبالإضافة إلى استخداماته في الكثير من الأغراض الطبية.

أنواع الخل:

يتم تقسيم الخل المنتج إلى عدة أقسام وذلك تبعا للمادة الأولية المستخدمة في التصنيع:

1-خل الفاكهة: وهو الخل الناتج من استخدام عصائر الفاكهة مثل عصير العنب والبرتقال والفراولة .... الخ.
2-الخل الناتج من استخدام مواد نشوية: مثل البطاطا أو الخضر النشوية بشكل عام وفي هذه الحالة يجب حلمأة النشويات إلى سكريات قابلة للتخمر.
3-خل المولت: وهو الخل الناتج من استخدام منقوع الشعير المستنبت أو

القمح أو الذرة أو غيرها.
4-الخل الناتج من المحاليل السكرية: مثل المولاس وعسل النحل.
5-الخل المقطر: وهو الخل الناتج من استخدام الكحول المتحصل عليه من المخلفات الكحولية (صناعة البيرة) أو من صناعة الخميرة.
وبشكل عام يمكن إنتاج الخل من أي مادة تحتوي على كميات كافية من السكريات القابلة للتخمر أو الكحول بشرط عدم وجود مايمنع استخدامها في الغذاء.

بكتريا الخل Acetobacter
هي بكتريا عصوية سالبة الغرام توجد غالبا على شكل خلية واحدة أو ضمن أزواج، وهي هوائية إجباريا لذلك تشكل أغشية على أسطح خزانات التخمر. وهي غير قادرة على تكوين أبواغ مما يمكننا من القضاء عليها بالبسترة، وتمتاز هذه البكتريا بتحملها للحموضة العالية ولكن بنسبة أقل من بكتريا حمض اللبن (حمض اللاكتيك) . وتتراوح درجة الحرارة المثلى لنموها ولإنتاج كمية جيدة من الحمض بين ٢٦-٣١م.

أهم الصفات الواجب توافرها في بكتريا حمض الخل:

1-أن تكون قادرة على إنتاج حمض الخل بالكمية والسرعة المناسبين دون أكسدة الحمض الناتج.
2-أن تتحمل تراكيز عالية نسبيا من الكحول.
3-أن لا تكون مواد لزجة منعا لانسداد فتحات جهاز التخمير.
ومن الجدير ذكره هنا أن بعض السلالات من بكتريا حمض الخل تتميز بمقدرتها على أكسدة حمض الخل الناتج إلى ثاني أكسيد الكربون وماء، أي أنها قادرة على إحداث الأكسدة الكاملة، ومن أهم هذه الأنواع ذات القدرة على إحداث الأكسدة الكاملة *A.aceti, A.xylinum, A.lancens* :

وبالتالي فإن هذه الأنواع سابقة الذكر غير مرغوبة في صناعة الخل حيث أن زيادة عددها في الخل بالنسبة للأنواع الأخرى يؤدي إلى أكسدة الخل

الناتج وتكون أغشية من السيليلوز النقي والتي تظهر كرواسب أو أغشية لحمية.

مراحل إنتاج الخل:

يعتمد إنتاج الخل على حدوث نوعين من التفاعلات، الأول هو تفاعل التخمر والذي يعتمد على الخمائر، أما الثاني فهو تفاعل الأكسدة والذي يعتمد على بكتريا حامض الخل.

وبالتالي يمكن تقسيم عملية إنتاج الخل إلى مرحلتين أساسيتين هما:

1-المرحلة الأولى: يتم في هذه المرحلة تحويل السكر إلى كحول وذلك عن طريق التخمر الذي تحدثه الخميرة من جنسSaccharomyces وذلك تحت الظروف اللاهوائية ويتوقف اختيار النوع التابع للجنس السابق على نوع المادة الأولية المستخدمة في العملية التصنيعية، فعلى سبيل المثال يمكن استخدام النوع S.cervisiae عند استخدام الحبوب كمادة أولية، كما يمكن استخدام النوع S.moli عند استخدام عصير التفاح.

وعلى أية حال فإن هذه الأنواع السابقة تمتاز بكفاءتها العالية في تحويل السكر إلى كحول كما أنها سهلة الترسيب بعد إتمام عملية التخمير مما يسهل عملية فصلها واستنادا إلى سرعة التخمر يمكن تقسيم المرحلة السابقة إلى خطوتين أساسيتين:

الخطوة الأولى: وتكون سريعة جدا وتستغرق من ٣-٦ أيام حيث يتم خلالها تحويل معظم المادة السكرية إلى كحول وثاني أكسيد الكربون، وتمتاز بأن الظروف المرافقة لعملية التحول آنفة الذكر لا تساعد على حدوث تلوث بكائنات حية دقيقة غير مرغوبة.

الخطوة الثانية: تمتاز ببطئها مقارنة بالخطوة الأولى حيث تستغرق مدة زمنية تتراوح من ٢-٣ أسابيع مما يزيد من خطورة حدوث تلوث ببعض الكائنات الحية الدقيقة مثل بكتريا حمض اللبن الأمر الذي يؤدي إلى تباطؤ عملية التخمر، وبالتالي يجب اتخاذ التدابير الضرورية لمنع حدوث التلوث مثل تهوية المحلول وتقوية الخميرة وزيادة درجة الحرارة وخاصة في الأشهر الباردة.

2-المرحلة الثانية: تمتاز هذه المرحلة بأنها تتم تحت الظروف الهوائية ويتم فيها أكسدة الكحول الناتج من العملية السابقة إلى حمض خل بواسطة بكتريا حمض الخل، وكما ذكرنا سابقا يجب اختيار الأنواع التي تمتاز بمقدرتها على أكسدة الكحول إلى حمض الخل فقط واستبعاد الأنواع التي تمتاز بمقدرتها على إحداث الأكسدة الكاملة حيث أن وجودها يؤدي إلى نقص كمية الخل المفترض الحصول عليها من الناحية النظرية.

أهم العمليات التي تتم على المواد الأولية المستخدمة في التصنيع:
كما ذكرنا سابقا فإن إنتاج الخل يتطلب استخدام مواد أولية تشكل ركيزة أساسية للنشاط الميكروبي وبالتالي تحتاج هذه المواد الأولية لإجراء بعض المعاملات عليها كي تصبح صالحة لنمو ونشاط الأحياء الدقيقة، وتختلف هذه المعاملات حسب المادة الأولية المستخدمة والتي يمكن إيجازها ضمن النقاط التالية:

1-الفواكه العصيرية: يتم هرسها والضغط عليها للحصول على العصير والذي يتم تصفيته للتخلص من الشوائب العالقة به، وقد يحتوي العصير على كمية من الزيت نتيجة لاستخدام الضغط للحصول عليه كما هو الحال بالنسبة لعصير البرتقال مما يحتم التخلص من كمية الزيت الموجودة بواسطة الطرد المركزي

2-الفواكه الجافة: تحتوي هذه الفواكه على حوالي ٥٠-٧٠% سكر وبالتالي يتم خفض تركيز السكر فيها إلى ١٥% عن طريق إضافة الماء، كما يتم إضافة كمية من بادئ الخميرة ويترك المحلول للتخمر قبل استخدامه في عملية التصنيع.

3-الفواكه اللحمية: يتم هرسها وإضافة كمية من الأنزيمات المحللة للبكتين خلال عملية الهرس ثم يترك الخليط لعدة أيام مما يسمح بتخمر كحولي ذاتي الأمر الذي يساعد على إتمام عملية الأكسدة وزيادة كمية الخل الناتج.

4-النشويات: يتم حلمأتها مائيا بواسطة أنزيم الدياستيز أو بالأحماض المعدنية والهدف من ذلك تحويل المواد النشوية إلى سكاكر قابلة للتخمر.

5-المولاس وعسل النحل: يتم استخدامهما بعد إجراء عملية تخفيف لهما بواسطة الماء وذلك من أجل الوصول إلى تركيز مواد سكرية بحدود ١٥ % .