

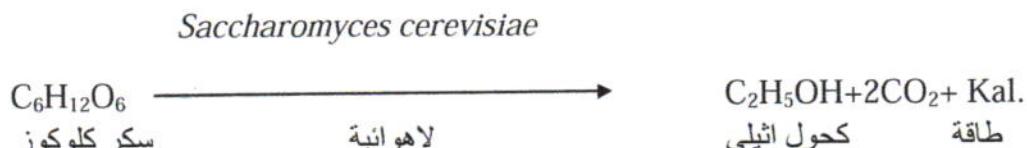
الحفظ بالتخمير والتخليل

**التخمير** Fermentation عملية تحويل المواد السكرية الى مركبات عضوية بفعل انزيمات تنتجها احياء مجهرية وقد تؤدي الى فساد كميات كبيرة من المواد الغذائية وضياع مبالغ كبيرة سنويا تنتجه نمو بعض الاحياء المجهرية على المواد الغذائية ويمكن الاستفادة من عملية التخمير وجعلها نافعة في حفظ بعض الاغذية وتتوقف الفائدة الناجمة على هذه العملية على مدى التحكم في سير العملية التخمرية كأن اختيار الاحياء المجهرية الخاصة لاطفاء النتائج المرغوبة فقط فمثلاً ذلك التخمر الكحولي او التخمر الخلوي وكذلك التخمر اللاكتيكي يمكن الاستفادة منهما وتحويل الحاصلات الزراعية الى مواد صناعية وغذائية.

❖ انواع التخمرات :

: التخمر الكحولي Alcoholic Ferm.

يعتمد على تحويل المواد السكرية الموجودة في عصير الفواكه كالتفاح والعنب والتمر وغيرها إلى كحول بفعل خميرة *Saccharomyces* وتحت تأثير إنزيمات الزايميز Zymases في ظروف لاهوائية حيث تبدأ الخميرة بتحويل السكر إلى كحول اثيلي وثنائي اوكسيد الكاربون وطاقة للاستفادة منها حيث يأخذ عصير سكري ب التركيز 10-15% لانتاج الكحول كما في المعادلة التالية :



ويتمكن بواسطه هذه الطريقة انتاج الكحول النقي بعد اجراء عملية التقطير او انتاج المشروبات الكحوليّة بعد اضافة المواد المعطرة او المطيبة كما في صناعة البررة .

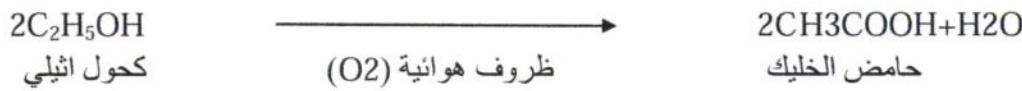
ولغرض نجاح عملية التخمر الكحولي فيجب اولاً بسترة العصير المستخدم وابعاد الاوكسجين بعد مراحل الانتاج لمنع تحول الكحول الى حامض وكذلك اضافة كمية مناسبة من الخميرة الى لاحواض التخمير وتعتمد سرعة تحول السكر الى كحول على درجة الحرارة ونوع الخميرة المستخدمة حيث تمثل درجة حرارة 25-30°C مناسبة لذلك.

: التخمير الخلوي Acetic acid Ferm.

**Vingar** وهو عبارة عن السائل الناتج من التخمر الكحولي والخلي للمادة النشوية او السكرية والذي يحتوي على 4 غرام حامض الخليك  $\text{CH}_3\text{COOH}$  على الاقل لكل 100 مل خل ويستخدم في صناعة الخل عادة الفاكهة غير المناسبة للاستهلاك الطازج وكذلك بقايا تصنيع الثمار من مختلفات التجفيف والتعليق للتفاح والمثمرى والخوخ وغيرها ويستعمل الخل كمادة حافظة للاغذية كالخضروات والفواكه والاغذية بانواعها كما يستخدم في صناعة السلطات المختلفة ، الصاص ، الكجب ، المايونيز وللاغراض الطبية .

❖ اساس انتاج الخل :

تدخل عملية انتاج الخل بمرحلتين حيث تسمى المرحلة الاولى بالتخمر الكحولي (كما مر ذكره) حيث يتحول السكر الى كحول اما بالمرحلة الثانية فأن الكحول المتكون يتحول الى حامض الخليك بفعل انزيمات بكتيريا حامض الخليك ومن اهمها اجناس *Acetobacter* وفق المعادلة الآتية :



وعند ملاحظة حسابات الانتاج فإن السكر يتحول إلى كحول بنسبة 51% نظرياً أما الكحول المترافق فيتحول إلى حامض الخليك بنسبة 130% وهذا يعني إلى أن السكر يتحول حامض الخليك بنسبة 66.6% من الناحية النظرية أما الناحية العملية فأنها تتاثر بعدة عوامل منها درجة الحرارة ، كفاءة الخميرة او البكتيريا المستخدمة ، نسبة الاستخلاص والتتصافي ، التبخر الذي يحصل في النواتج اضافة الى التلف الذي يحصل في المادة الاولية والنواتج حيث هنالك بعض الخمائر المتواحشة التي تعطي نتائج غير مرغوبة في التخمر واهملها mycoderma Mycoderma والتوريلا Torula حيث لهذه الخمائر في الظروف الهوائية القابلية على النمو والتكاثر على السطح العلوي للعصير اثناء تخمر السكر واسددة الكحول وتحويلها مع الحامض الناتج إلى ماء وغاز ثاني او كسيد الكربون لذلك يجب التحكم في الظروف اللاهوائية لايقاف نشاطها ، أما ذنبية

الخل نوع دروسوفلا التي تتم على سطح الخل فانها تؤدي الى تلف الخل وخاصة عند استخدام الطرق القديمة في الانتاج .

❖ طرق انتاج الخل :

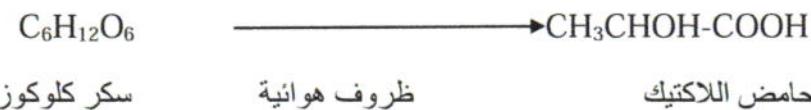
بدأت صناعة الخل بطرق بدائية غير مسيطر على الظروف التي تتحكم بانتاجه بل يترك للظروف الطبيعية وبدون استخدام مزارع نقية من الخميرة وبكتيريا الخل ثم تطورت الظروف تدريجيا الى ان اصبحت طرق حديثة مسيطر عليها في كل مراحل الانتاج ومن اهم الطرق المستخدمة هي :

- أ. طريقة الاواني الخشبية القديمة .
  - ب- طريقة اورليانز الفرنسية .
  - ت- طريقة مولد الخل
  - ث- طريقة التخمير الغاطس.

### 3- التخمر اللاكتي Lactic acid fermentation

يعتمد على تحويل المواد السكرية الموجودة بكميات قليلة في المادة الغذائية إلى حامض اللاكتيك وذلك من خلال نوع معين من الأحياء المجهرية التي تستخدم لانتاج المخللات من الفواكه والخضروات ومن اهم المحاصيل المفيدة في هذا المجال هي اللهانة ، القرنابيط ، البازنجان ، القفل، الخيار ، الشلغم ، واللامازة وغيرها حيث تعمل بكتيريا *Lactobacillus* على تحويل المواد السكرية فيها إلى حامض اللاكتيك.

بكتيريا حامض اللاكتيك



ان من اهم انواع البكتيريا الموجودة على سطح الخضروات والمنتج للحامض هي بكتيريا *Leuconostoc mesenteroides* التي تعمل اولا على انتاج حامض اللاكتيك من المواد السكرية وعند وصول نسبة الحموضة الى 1% يحد من نشاطها وتبدأ بكتيريا *Lactobacillus plantarum* بانتاج حامض اللاكتيك حتى الوصول الى نسبة 2% حيث تصبح الظروف غير ملائمة لنموها وبالتالي يبدأ نوع اخر هي بكتيريا *Lactobacillus brevis* في انتاج الحامض حيث تصل نسبة الحموضة الى 2.0-2.5 % ويمكن معرفة درجة النضج الخضروات لانتاج المخللات وذلك بتغير اللون الاخضر المصفر ثم تغير في الطعم مع سهولة القطع.

تضاف كمية من الملح في عملية التخمر اللاكتيكي وذلك لغرض الحفظ حيث نسبة الملح تحدد او توقف نشاط انواع كثيرة من الاحياء المجهرية التي تقوم بتلف المحاصيل الغذائية وان نسبة 10% تحد من نشاط الاحياء المجهرية المضرة وعند اضافة الملح يكون التركيز في محلول

خارج الخلايا اعلى من التركيز في داخل الخلايا فيعمل على سحب السكر والماء المذاب به المواد الموجودة في داخل الانسجة النباتية بما فيها السكر الى خارج الخلايا وتسمى هذه العملية بالبلزمه Plasmolysis وان التركيز الواطئ من الملح يعمل على نمو الاحياء المجهرية الضارة وخاصة المحللة للبكتيرين مما يعطي القوام الهش واللبن الغير مرغوب بالمخللات وعند زيادة التحلل يؤدي الى التلف ان نسبة الملح المضافة تقل بعد الاسبوع الاول من الاصابة وذلك بسبب هملية التناقض لذلك يجب مراعاة نسبة 10% اسبوعيا حتى لا يحدث ضرر في المحاصيل الزراعية ومن اهم الاضرار التي تحدث في المخللات هي :

- 1 نمو عدد من الاعفان والخمائر الطبيعية على السطح مما يؤدي الى تحول حامض اللاكتيك الى مركبات اخرى وتغير الطعم والنكهة لذلك يضاف الزيت الى السطح الحاجي لمنع نمو الاعفان والخمائر ومنع وصول الاوكسجين .
- 2 تغيير في قوام وتنتهك الانسجة نتيجة تحلل الجدار الخلوي وقد يضاف كلوريد الكالسيوم  $\text{CaCl}_2$  لغرض اعطاء القوام الصلب .

بعد اتمام عملية التخليل فأن الخضروات تستخرج من المحلول الملحي وتغسل بالماء لازالة الملح الزائد وتحفظ بالخل مع اضافة البهارات لغرض زيادة الرغبة وتحسين في النكهة والطعم.