

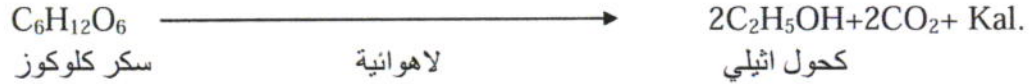
2- التخمر الخليكي. Acetic acid Ferm. :

الخل Vingar وهو عبارة عن السائل الناتج من التخمر الكحولي والخلي للمادة النشوية او السكرية والذي يحتوي على 4 غرام حامض الخليك CH_3COOH على الاقل لكل 100 مل خل ويستخدم في صناعة الخل عادة الفاكهة غير المناسبة للاستهلاك الطازج وكذلك بقايا تصنيع الثمار من مخلفات التجفيف والتعليب للتفاح والكمثرى والخوخ وغيرها ويستعمل الخل كمادة حافظة للاغذية كالخضروات والفواكه والاغذية بأنواعها كما يستخدم في صناعة السلطات المختلفة ، الصاص ، الكجب ، المايونيز وللاغراض الطبية .

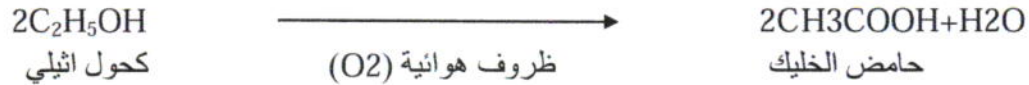
❖ اساس انتاج الخل :

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

Saccharomyces cerevisiae



Acetobacter aceti



وعند ملاحظة حسابات الانتاج فان السكر يتحول الى كحول بنسبة 51% نظريا اما الكحول المتكون فيتحول الى حامض الخليك بنسبة 130% وهذا يعني الى ان السكر يتحول حامض الخليك بنسبة 66.6% من الناحية النظرية اما الناحية العملية فانها تتأثر بعدة عوامل منها درجة الحرارة ، كفاءة الخميرة او البكتريا المستخدمة ، نسبة الاستخلاص والتصافي ، التبخر الذي يحصل في النواتج اضافة الى التلف الذي يحصل في المادة الاولية والنواتج حيث هنالك بعض الخمائر المتوحشة التي تعطي نتائج غير مرغوبة في التخمر واهمها الميكودرما *Mycoderma* والتوريليا *Torula* حيث لهذه الخمائر في الظروف الهوائية القابلة على النمو والتكاثر على السطح العلوي للعصير اثناء تخمر السكر واكسدة الكحول وتحويلها مع الحامض الناتج الى ماء وغاز ثاني اوكسيد الكربون لذلك يجب التحكم في الظروف اللاهوائية لايقاف نشاطها ، اما ذبابة

2/

الخل نوع دروسوفلا التي تنمو 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 بأنتاجه بل يترك للظروف الطبيعية وبدون استخدام مزارع نقية من الخميرة وبكتريا 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 .

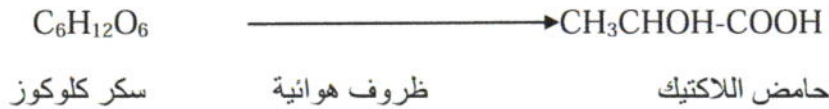
ت- طريقة مولد الخل

ث- طريقة التخمير الغاطس.

3- التخمر اللاكتيكي Lactic acid fermentation :

يعتمد على تحويل المواد السكرية الموجودة بكميات قليلة في المادة الغذائية الى حامض اللاكتيك وذلك من خلال نوع معين من الاحياء المجهرية التي تستخدم لانتاج المخلات من الفواكه والخضروات ومن اهم المحاصيل المفيدة في هذا المجال هي اللهانة ، القرنابيط ، الباذنجان ، الفلفل، الخيار ، الشلغم ، والامازة وغيرها حيث تعمل بكتريا *Lactobacillus* على تحويل المواد السكرية فيها الى حامض اللاكتيك.

بكتريا حامض اللاكتيك



ان من اهم انواع البكتريا الموجودة على سطح الخضروات والمنتج للحامض هي بكتريا *Leuconostoc mesenteroides* التي تعمل اولا على انتاج حامض اللاكتيك من المواد السكرية وعند وصول نسبة الحموضة الى 1% يحد من نشاطها وتبدأ بكتريا *Lactobacillus plantarum* بأنتاج حامض اللاكتيك حتى الوصول الى نسبة 2% حيث تصبح الظروف غير ملائمة لنموها وبالتالي يبدأ نوع اخر هي بكتريا *Lactobacillus brevis* في انتاج الحامض حيث تصل نسبة الحموضة الى 2.0- 2.5 % ويمكن معرفة درجة النضج الخضروات لانتاج المخلات 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 المحلول

٤١

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 بالبلزمة Plasmolysis وان التركيز الواطئ من الملح يعمل على نمو الاحياء المجهرية الضارة وخاصة المحللة للبكتين مما يعطي القوام الهش واللين الغير مرغوب بالمخللات وعند زيادة التحلل يؤدي الى التلف ان نسبة الملح المضافة تقل بعد الاسبوع الاول من الاضافة وذلك بسبب هملية التنافذ 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 الخاجي لمنع نمو الاعفان والخمائر ومنع وصول الاوكسجين .

2- تغيير في قوام وتنتهك الانسجة نتيجة تحلل الجدار الخلوي وقد يضاف كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ لغرض اعطاء القوام الصلب .

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