المختبر الرابع

صناعة الخل

الخل : Vinegar

هو عبارة عن السائل الناتج من التخمرين الكحولي والخلي من المادة النشوية او السكرية .الذي يحتوي 4 غم حامض الخليك CH3COOH ، على الاقل لكل 100 مل خل وقد يستعمل اصطلاح Grains كل 4% تعادل 40 grains . ان المادة الاولية في صناعة الخل هي التمور بدرجة الاولى لاحتوائها على نسبة عالية من السكريات ورخص ثمنها مقارنة بالفواكه الاخرى كما تستعمل الفواكه غير الطازجة (غير صالحة للاستهلاك طازجة) وبعض بقايا الثمار من معامل التصنيع (التجفيف او التعليب) كالتفاح والكمثرى والعنب والخوخ وغيرها .

الخل يستعمل كمادة حافظة للاغذية كالخضروات والفواكه والاغذية بأنواعها كما يستعمل في صناعه السلطات المختلفه وصناعة الصاص والكجب والمايونيز للاغراض الطبيه

اساس الحفظ بالتخمير :تعتمد عملية التخمير على نمو انواع معينة من الاحياء المجهرية لذلك يجب تهيئة الظروف المناسبة لنمو هذه الانواع لتقوم بعملية التخمير وانتاج الحوامض بتراكيز كافية ومنها حامض اللكتيك وحامض الخليك والتي تعد عوامل الحفظ الرئيسية .

اساس انتاج الخل :

1- تحويل المواد السكرية الى كحول اثيلي بتأثير انزيمات خميرة Saccharomyces cerivisiae تحت ظروف لاهوائية ودرجة حرارة 26مْ و PH=5.0 ونسبة الخميرة المضافة 2-4% من وزن العصير .

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{yeast} 2\,C_2H_5OH + 2\,CO_2$$

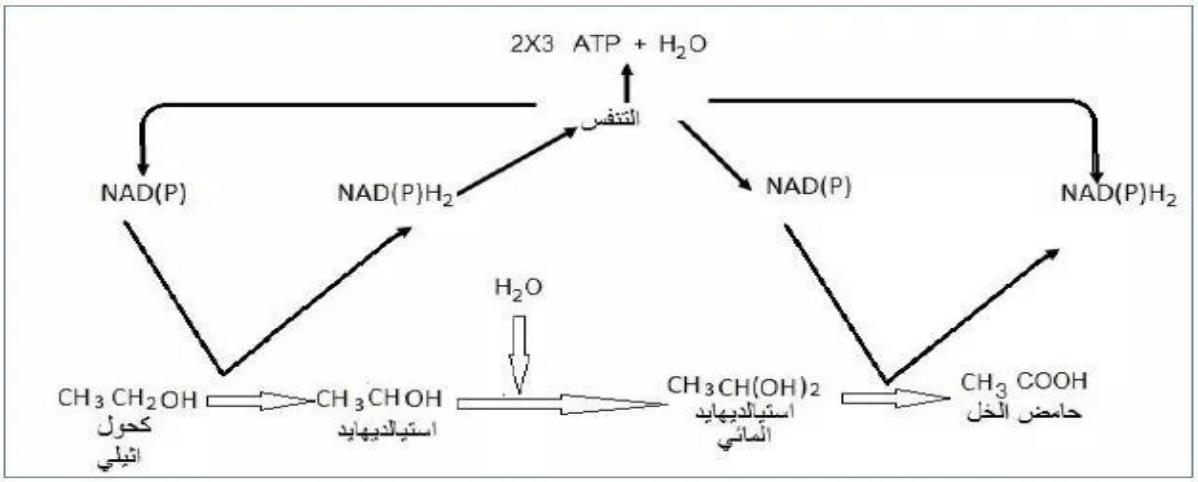
2- تقوم بكتريا حامض الخليك بفعل انزيمي بأكسدة الكحول الى حامض الخليك في ظروف هوائية .

$$C_2H_5OH + O_2 \xrightarrow{Acetobacter\ aceti} CH_3COOH + H_2O$$

تتم هذه الخطوة :

$C_2H_5OH + O$ Alcohol dehydrogenase $CH_3CHO + H2O$

$CH_3CHO + O$ Acetal dehyde dehydrogenase $CH3COOH + H2O$



عملية التخمر لانتاج الخل هي اكسدة الكحول بمرحلتين المرحلة الاولى اكسدة الكحول الى استيل ديهايد تحت تأثير انزيم Alcohol dehydrogenase والمرحلة الثانية تحول الاستيل ديهايد الى حامض خليك تحت تأثير انزيم Acetaldehyde dehydrogenase .

اجناس بكتريا الخل :

Acetobacter، A.Peroxydans، A.pasterianum ، A.ceti

Acetomonase : تأكسد الكحول الى حامض يقدرة محددة وتعمل على تراكم حامض الكلوكونيك تعيش في اوساط حامضية تصل الى 11% حامض الخليك .

الخل الطبيعي : هو الخل المنتج من مواد اولية طبيعية اغلبها فواكه او بعض انواع الخضر ويسمى بأسم المادة الاولية مثل خل العنب او خل النشويات مثل البطاطا او خل الحبوب مثل الذرة او خل السكريات مثل المولاس .

الخل المقطر : الناتج من تحضير محلول مخفف من كحول مقطر المنتج من تخمر كحولي للخامات الطبيعية .

الخل الصناعي : خل ناتج من محلول مخفف لحامض الخليك الصالح للأستهلاك البشري وغير ناتج من التخر الخلي للخامات الطبيعية

كشف الغش : الخل الطبيعي يحوي على مركب Acetal Methyl Carbinol اما الخل الصناعي يحتوي مركب حامض Formic acid .

اهم الخمائر المتوحشة التي تصيب الخل هي خمرة Mycoderma ميكودرما التوريلا Torula لها قابلية التكاثر في الظروف الهوائية على سطح العلوي للعصير واكسدة الكحول والسكر والاحماض العضوية الى H2O و CO2 لذلك يجب التحكم في الظروف اللاهوائية لايقاف نشاطها كذلك فأن ذبابة الخل من نوع دروسوفيلا تنمو على سطح الخل وخاصة عند استخدام الطرق القديمة

تعتيق الخل : هي عملية تحسين واكساب الخل مظهر وطعم ورائحة خاصة حيث تكون الاسترات في عملية Esterification بين الكحول وحامض الخليك

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \longrightarrow CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

أكسدة الخل : التلف

$$CH3COOH + O2 \xrightarrow{\text{Acetobacter}} CO2+H2O$$

المحتويات	الخل الطبيعي	الخل المقطر	الخل الصناعي
حامض الخليك حد ادنى	4	5	6
الرماد حد اعلى	0.7	0.05	0.03
مواد صلبة حد اعلى	3	0.6	0.06
كحول حد اعلى	0.5	0.15	-
ملوثات معدنية حد اعلى	0.3 ppm زرنيخ		
	0.1 ppm رصاص		
	0.1 ppm نحاس		

طريقة العمل :

يتم تحضير عصير التمر وفقاً لما يأتي

1- تمر350 + ماء 850 غم .

2- عصير التمر 8% + ام الخل ؤ

3- عصير التمر 15% + ام الخل .

4- عصير التمر 15% + ام الخل + خميرة .

5- عصير التمر 30%+ ام الخ + خميرة .

ثم يقاس ال PH ، النسبة المئوية للحموضة ، T.S.S ، نسبة الكحول في الاسبوع الاخير ، ثم رسم الخط البياني بين T.S.S و PH والحموضة .

المصادر:

المظفر ،عدنان وهاب (2019) .تكنولوجيا التمور والسكر ،رقم الايداع في دارالكتب والوثائق بغداد 5533 لسنة 1029، 450ص .

العكيدي، حسن خالد 2009 -2010 . نخلة التمر - سيدة الشجر ودرة الثمر. آمنة للنشر والتوزيع . المملكة الاردنية الهاشمية

مجموعه من المصادر الالكترونية الحديثة ، الكتاب المنهجي للمرحلة الرابعه