التخمرات الصناعية: Industrial Fermentation

هي التغيرات الحيوية المسؤولة عن تحول المواد الكاربوهيدراتية والمواد المشابهة لها تحت ظروف هوائية او لا هوائية بفعل الأحياء المجهرية الدقيقة مما تحتويها من انزيمات وحوامض عضوية وكحولات مثبطة او قاتلة لبعض الاحياء المجهرية حيث تعمل هذه المواد على اعطاء الطعم والرائحة واللون والقوام الخاص بحيث تجعل المنتوج مختلفا عن المادة الأولية اهم انواع التخمرات :

اولا: التخمر الكحولي

هذا التخمر يعتبر الأساس في : 1

1. **صناعة البيرة والنبيذ اذا يمكن انتاج الكحول من عصائر بعض الفواكه مثل العنب او مستخلص الشعير .**
2. **- يعد المرحلة الأولى لصناعة الخل . يتم تحويل السكر الى كحول عن طريق التخمر الذي تحدثه الخميرة من جنس Saccharomyces تحت الظروف اللاهوائية ويتوقف اختيار النوع التابع للجنس السابق على نوع المادة الأولية المستخدمة في الصناعة التحويلية .**

عند استخدام الحبوب كمادة أولية يستخدم نوع *S. cervisiae*

عند استخدام عصير التفاح يستخدم نوع *S.moli*

<u>شروط نوع الخميرة ما يأتي</u> :

1- تمتاز بكفائتها العالية على تحويل السكر الى تركيزات مختلفة من الكحول.

2- ذات صفات ثابتة

3- سهلة الترسيب بعد أستخدام عملية التخمر مما يسهل عملية فصلها .

الملاحظات الواجبة في التخمر الكحولي :

1. **يستخدم المحلول السكري بتركيز 10-18% ويفضل أن يكون 12% لان زيادة التركيز عن ذلك يؤدي الى تثبيط نمو الخمرة ويؤدي ذلك إلى بقاء السكر بدون تخمر، اما انخفاض التركيز يؤدي الى انخفاض اقتصادية التصنيع .**
2. **-يجب ان تكون الظروف لا هوائية لان الظروف الهوائية تسبب انخفاض الكحول المتكون .**
3. **ضبط الحرارة باستمرار اثناء عملية التخمر وجد ان 1 غم من السكر يؤدي الى اطلاق كمية من الحرارة تقدر 120 كالوري مما يؤدي الى تثبيط الخميرة وزيادة نشاط بكتريا حامض اللاكتيك ، يمكن السيطرة على الحرارة بأستخدام أجهزة التبريد او عن طريق رش الماء على المسطح الخارجي اللصهريج .**

4- زيادة نسبة الكحول المتكون في نهاية التخمر يضاف CS2 او احد املاحه بنسبة ppm125 قبل اضافة بادئ الخمرة (الة المادة الخام) حيث يساعد على اتمام عملية التخمر ويمنع نمو الفطريات والخمائر المتوحشة وبكتريا الخليك واللاكتيك ويسرع نمو الخمائر المرغوبة .

خطوات التخمر الكحولي :

1- تكون سريعة جدا وتستغرق 3-6 أيام حيث يتم خلالها تجويل معظم المادة السكرية إلى كحول وثاني اوكسيد الكاربون ، تمتاز الظروف المرافقة لهذا التخمر عدم حدوث تلوث بكائنات حية دقيقة غير مرغوبة .

2- تكون بطيئة مقارنة بالخطوة الأولى تستغرق مدة زمنية بين 2-3 أسابيع مما يزيد من خطورة حدوث تلوث بالأحياء الدقيقة مثل بكتريا حامض الخليك وبكتريا اللاكتيك مما يؤدي الى بطئ التخمير ، وبالتالي يجب اتخاذ التدابير لمنع حدوث التلوث مثل تهوية المحلول وتقوية الخمرة وزيادة درجة الحرارة وخاصة بالاشهر الباردة ودرجة الحرارة المثلى لمنو الخميرة 23.8 – 26.7م

وفق المعادلات الاتية :

$$C_6H_{12}O_6 - 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

تمتاز المنتجات الغذائية المخمرة كحوليا بقابليتها الجيدة للحفظ بسبب:

1- ارتفاع نسبة الكحول وحاصة اذا اجريت لها عملية بسترة بسيطة وفي عبوات محكمة الغلق

2- - يقطر الكحول بعد التخمر ويستعمل لاغراض صناعية وطبية.

ثانيا: التخمر الخليكي :

تكون تحت ظروف هوائية ويتم فيها اكسدة الكحول الناتج خلال التخمر الكحولي الى حامض الخليك بوساطة بكتريا حامض وتسمى ام الخل ويجب اختيار الانواع التي تمتاز بقدرتها على الاكسدة الكاملة للكحول الى حامض Acetobecterالخليك تصل نسبة حامض الخليك من الخل الناتج 5% وبهذه يثبط نمو الاحياء المجهرية المسببة للتلف.

$$C_2H_5OH + O_2 \xrightarrow{\text{Acetobecte}} 2CH_3COOH + H_2O$$

العوامل التي تتوقف عليها كمية الخل :

1- مدى نشاط البكتريا ونقاوتها .

-2- نسبة الكحول في المحلول .

3- درجة الحرارة المثلى 30م.

3- نسبة السطح المعرض للهواء من المحلول الكحولي الى كمية المحلول بأكملها وقد تصل نسبة حامض الخليك في الخل الناتج الى 5% وبهذا يكون ذو قابلية حفظ عالية بعد البسترة والقضاء على المحتوى الميكروبي.

أهم انواع الخل :

1- خل العنب (خل النبيذ)

2- خل الكحول من المولاس والمواد النشوية

3- خل المولت من الشعير المنبت

4- خل السيدر ويحضر من التفاح.

مراحل صناعة الخل :

1- فصل الكحول الناتج من التخمر الكحولي المتكون في البراميل للتخلص من الخميرة المترسبة لان بقاءها في المحلول الكحولي يؤدي إلى ظهور روائح غير مرغوبة وظهور بكتريا حامض اللاكتيك التي تتداخل مع البكتريا حامض الخليك وتسمى عملية الفصل Racking

2- تركيز الكحول يكون 10-12% لان الزيادة عن هذا المستوى يؤدي الى عدم اكسدة الكحول بشكل كامل حيث تبقى كمية من الكحول دون اكسدة، اما انخفاض نسبة الكحول تؤدي الى اكسدة الكحول اكسدة كاملة الى CO_2 وماء الذي يؤثر على اقتصاد عملية التصنيع .

3 الإسراع في عملية الأكسدة الخليكية مباشرة بعد فصل الكحول لان التأخير يؤدي الى نمو البكتريا ويؤدي إلى انخفاض الكحول وانخفاض جودة الخل الناتج . تبدأ عملية الأكسدة الخليكية بأضافة بكتريا حامض الخليك Acetoberter مع مراعاة تركيز الكحول من 10-12% بوجود الهواء

4- ترويق الخل : للتخلص من العكارة ويتم عن طريق الترشيح او Fining بواسطة غراء السمك او الكازين او الجيلاتين او تراب البنتونيت.

5- بسترة الخل على 60م لمدة 3-5 ثواني ويمكن اتمام البسترة بعد التعبئة عن طريق غمر العبوة بماء ساخن على درجة 60م.

6 - تخفيف الخل 4-6% حامض الخليك ان الخل المنتج بالطريقة السريعة يكون تركيزة 10%

7 7تعبئة الخل : يعبأ في قناني زجاجية او براميل قبل التسويق .

8- تعتيق الخل : الخل الناتج يكون من الطرق السريعة يكون خشن يسمى Harsh نتيجة لاحتوائه على نسبة عالية من الكحول والاستالدهايد . يكون التعتيق بوضع الخل في براميل لمدة 6-12 شهر حيث تتلاشى الرائحة الخشنة باتحاد حامض الخليك مع الكحول وتكوين خلات الاثيل المرغوبة .