الفصل الواحد والثلاثون

تصنيع الخل

الخل هو السائل الحمضي المُحضر من عصائر الفاكهة من خـــلال نـــوعين متتالين من التخمرات: تخمر كحولي ثم تخمر خلي.

شروط الخل الجيد

من الشروط العامة التي يجب أن تتوفر في الخل الطبيعي الجيد ما يلي:

1- أن يكون محضر من مواد أولية خالية من العفن والديدان.

2- أن يكون خالياً من الشوائب والمواد الغريبة.

3- ألا يقل محتواه من حمض الخل عن 4غ في الـــ 100غ.

4- ألا تزيد نسبة الكحول على 0.5% حجماً.

5- ألا يحتوي على أي مادة ملونة غير طبيعية المنشأ.

6- أن يكون معبأ في عبوات نظيفة وجديدة صالحة لتعبئة المواد الغذائية.

أنواع الخل

يقسم الخل إلى عدة أنواع وذلك حسب المواد الأولية المستخدمة في إنتاجه:

1- خل الفاكهة: هو الذي يحضر من عصير بعض أنـــواع الفاكهـــة مثـــل التفاح والعنب. كما يمكن تحضيره من عصائر الفاكهة الأخرى.

2- خل النشويات: هو الذي يحضر من لب البطاطا والبطاطا الحلوة حيـــث يحلمأ النشاء أولاً إلى سكريات ثم تجرى عليها التخمرات.

3- خل المولت: هو الذي يحضر من تخمير منقـــوع الشـــعير المنبـــت أو الحبوب مثل الذرة...

4- خل السكريات: هو المحضر من تخمر المربايات والشرابات التـــي لـــم تعد صالحة للاستهلاك بسبب قدمها أو تغير لونها...

5- الخل المقطر: هو المحضر من استخدام بعض المشـــروبات الكحوليـــة التي فقدت صلاحيتها كمشروب كحولي بسبب القدم أو التغير في الخواص.

وعموماً فإن الخل يُصنع من الفاكهة والعصائر والمربايات التـــي أصـــبحت لا تصلح للاستهلاك...

أسس تصنيع الخل

يُصنع الخل من خلال نوعين متتالين من التخمرات: تخمر كحولي ثم تخمر خلي.

1- التخمر الكحولي: وبه يتخمر السكر بفعل الخميرة الملوثة للفاكهة إلـــى كحول وغاز ثاني أكسيد الكربون.

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[\text{الظروف غير هوائية}]{\text{الخميرة}} 2CH_3CH_2OH + 2CO_2$$

والخميرة هي غالباً من جـــنس سكرومايســـس Sacchromycis Serisia.

ومن العوامل التي يتوقف عليها إتمام هذا النوع من التخمر.

- استعمال التركيز المناسب من السكر.
- ضبط رقم الـــ PH بما يناسب نشاط الخميرة.
- استعمال درجات الحرارة المناسبة.
- استعمال السلالات الجيدة من الخميرة.
- إيقاف نشاط الأحياء الدقيقة غير المرغوب بها.
- المحافظة على الظروف اللاهوائية.

2- التخمر الخلي: وبه يتم أكسدة الكحول الناتج إلى حمـــض الخـــل بفعـــل بكتيريا تتبع جنس Acetobactor.

$$CH_3CH_2OH + O_2 \xrightarrow[\text{الظروف هوائية}]{\text{بكتيريا حمض الخل}} 2CH_3CHO + H_2O$$

$$2CH_3CHO + O_2 \rightarrow CH_3COOH$$

طرق تصنيع الخل

يمكن تصنيع الخل باتباع إحدى الطرق الآتية:

1- الطريقة التلقائية المعروفة بطريقة أورلينز.

2- طريقة باستور.

3- طريقة شوتز نباح.

4- طريقة فرنجز.

5- طريقة المولد الدوار.

6- الطريقة العميقة.

7- الطريقة الريفية: وهي الطريقة التي سنشرحها هنا.

للمزيد من التفصيل عن الطرق الأخرى، اقرأ كتابنا: «تصنيع وحفظ فاتحات الشهية»، الصادر عن دار علاء الدين - بدمشق.

الطريقة الريفية لتصنيع الخل

هي طريقة بسيطة يمكن تطبيقها بأبسط التجهيزات، ونشرحها كما يلي:

المستلزمات:

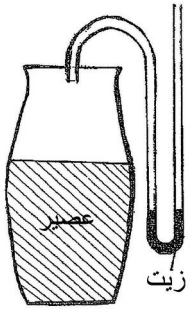
- هراسة وعصارة ثمار.
- براميل مجهزة بجوانات وأغطية ومحابس معدنية.
- حوض من الستينلس ستيل.
- أنابيب بلاستيكية شفافة.
- جهاز رفركتوميتر لقياس تركيز السكر.
- طنجرة ستينلس ستيل للتسخين.
- قناني نظيفة مع أغطية.

خطوات التصنيع:

1- تجهيز الثمار:

تؤخذ ثمار التفاح وتقطع إلى أرباع وتزال عنها الجيوب البذرية والأجزاء المصابة بالعفن إن وجدت، على أن تغطس القطع مباشرة في حوض فيه ماء. أما

العنب، فيهرس جيداً مع مراعاة عدم تكسير البذور. أما الثمار اللوزية، فتنزع عنها البذور وتهرس. مع ملاحظة عدم غسل الثمار في جميع الأحوال وذلك للاعتماد على تلوثها بالخميرة المفيدة في تحويل السكر إلى كحول. أما قطع التفاح، فتهرس جيداً وتصفى من القشور. ويرى البعض بضرورة إضافة ثاني أكسيد الكبريت SO_2 بواقع مئة جزء بالمليون للعصير.



شكل (41): الطريقة الريفية لتصنيع الخل.

2- تجهيز البراميل:

يُؤتى بالبراميل البلاستيكية، ويثقب غطاؤها من الوسط تماماً بقطر 1 سم ويدكك فيه أنبوبة بلاستيكية شفافة، على ألا يزيد عمقها في الغطاء عن 1 سم، وتوضع مادة لاصقة بين الأنبوبة والثقب بحيث يضمن عدم تنفيسها. كما يجب أن تكون الأنبوبة بطول 1-1.5 متر. انظر الشكل (41).

3- وضع الهريس داخل البراميل:

تُعدل حلاوة الهريس بحيث تكون نسبة السكر فيه لا تقل عن 12%، والتي يمكن قراءتها بجهاز الرفراكتوميتر (المبين طريقة استعماله في الفصل السادس والعشرون) ويضاف عادة قطر الغلوكوز للهريس لرفع التركيز أو مربى أو عصير غير صالح للاستهلاك. يُصب الهريس المجهز في البراميل حتى ثلاثة أرباعها فقط، ثم تُغلق البراميل بوضع الجوانات والمحابس المعدنية وتُعلق الأنابيب كما هو موضح في الشكل (41) على أن يكون الإغلاق محكم حتماً. يصب بعدها قليل من الزيت في الأنبوبة لتعطينا مؤشر على انطلاق غاز CO_2

منه بعد أقل من نصف ساعة من إغلاق البراميل. توضع البراميل على طبالي خشبية في أماكن دافئة، ويلاحظ خلالها انطلاق غاز CO_2 خلال ظهور الفرقعة على الزيت والتي تستمر عدة أيام. ويلاحظ بعد عدة أيام انقطاع ظهور الفقاعات والفرقعة، وهذا يدل على أن الهريس قد تحول إلى نبيذ (كحول).

4- فتح البراميل:

تفتح بعدها البراميل ويسحب النبيذ ويُصفى من الألياف بواسطة مصافي نظيفة فيكون بذلك جاهزاً للخطوة اللاحقة.

5- تعبئة النبيذ داخل البراميل:

يُراعى أن تكون البراميل هنا نظيفة ومغسولة عدة مرات بالبخار. يوضع النبيذ المصفى داخل البراميل حتى ثلاث أرباعها ثم يضاف لها خل غير مغلي أو قطعة من أم الخل، على أن يخلط بشكل جيد مع النبيذ. تغطى بعدها البراميل بقطع من المنخل أو التول وتترك في مكان ظليل لعدة أسابيع فيلاحظ في البداية تشكل لمعة على سطح النبيذ تتحول في الأسابيع الأخيرة إلى طبقة هلامية سميكة تعرف بأم الخل، وهذا يدل أن التخمر الخلي قد اكتمل.

6- سحب الخل:

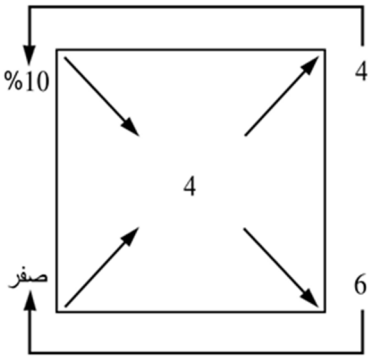
تُزال أم الخل باحتراس ويُسحب الخل من البراميل في الحوض لاستكمال الخطوات اللاحقة.

7- الترويق:

قد يظهر على الخل الناتج بعض المواد العالقة والغروية والتي يجب العمل على إزالتها لإكساب الخل منظراً جذاباً، وتتم من خلال ترويقه وذلك بتحضير محلول من الجيلاتين بتركيز 5%، يضاف منه مقدار 1.5% من حجم الخل ويترك هادئاً حتى يروق المزيج ثم يُسحب بهدوء.

8- التعديل:

يُجرى تعديل تركيز الخل ليكون بين 4-6% حمض خل، وذلك بتمديده بالماء المقطر. ولفهم طريقة التعديل نورد المثال الآتي:



مثال: ما هي كمية الماء المقطر الواجب إضافتها لخل تركيزه 10% حمض خل حتى يصبح التركيز 4%؟

الحل: نضع التركيز المطلوب وسط المربع. ثم نضع تركيز الخل في الجهة اليسارية العليا. وتركيز الماء الذي هو صفر في الجهة اليسارية السفلى. ونطرح الرقم الصغير من الكبير حسب اتجاه السهم، فيلاحظ مزج 4 أجزاء من الخل مع 6 أجزاء من الماء ليصل التركيز إلى 4%.

9- التعبئة: يُسخن الخل إلى درجة حرارة 75°م لمدة دقيقتين، أو على درجة حرارة 60°م لمدة نصف ساعة، ثم يعبأ وهو ساخن في قناني نظيفة تغلق مباشرة وتبرد بسرعة بوضعها أمام المروحة. وقد تتم التعبئة في دبجانات نظيفة سبق تعقيمها بالبخار على أن تبرد مباشرة كما ذكرنا بعد تعبئتها وإغلاقها.

بعض التحاليل الهامة

1- تقدير نسبة السكر في العصير: يُستخدم بنجاح جهاز الرفراكتوميتر اليدوي المبين طريقة استعماله في الفصل السادس والعشرون (تصنيع المربايات والهلام والمرملاد).

2- تقدير نسبة حمض الخل: يؤخذ 10 مل من الخل في دورق سعته 100 مل ثم يمدد إلى 100 مل بالماء المقطر على أن يمزجان، ثم يقلب الدورق عدة مرات. يؤخذ بعدها 10 مل من المحلول الممدد في دورق مخروطي، ويضاف لها 3 نقاط من الفينول فيثالين، ثم يعاير إلى نقطة انتهاء المعايرة التي تتميز بظهور اللون البنفسجي الباهت مستعملاً ماءات الصوديوم M0.1. تعاد حتى الحصول على نتائج متقاربة.

نسبة حمض الخل = T × 0.6 (وزن/ الحجم)

حيث إن T متوسط حجم ماءات الصوديوم M0.1 التي استهلكت لتعديل 10مل من الخل الممدد.

عيوب وآفات الخل

بسبب بعض الأخطاء التصنيعية أو الإهمال قد تظهر بعض العيوب على المنتج، نذكر أهمها:

1- غباشة الخل: أن عدم استعمال أحواض مصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ تكسب الخل شوارد حديدية التي بدورها تتفاعل مع المواد العفصية والفوسفات والبروتينات مكونة راسباً غروياً يكسب الخل مظهراً متغبشاً عكراً.

2- ظهور رائحة غير مرغوبة: سببها نشاط بكتيريا حمض اللاكتيك. ولتحاشي ظهور هذا العيب يجب التأكد من إغلاق براميل التخمير الكحولي بشكل محكم. كما أن استعمال ثاني أكسيد الكبريت بواقع مئة جزء في المليون للعصير يمنع حدوث ذلك.

3- ديدان الخل: كثيراً ما يتعرض الخل لنمو هذه الديدان والتي يمكن رؤيتها بالعين المجردة ولونها أبيض. ومصدر هذه الديدان استعمال الثمار المصابة بذبابة الخل. كما أن عدم اتباع شروط النظافة أثناء عملية التخمر الثانية (التخمر الخلي) له دور في ظهور هذه الديدان.

لذا يجب إزالة الأجزاء المصابة عن الثمار قبل تحضيرها لصناعة الخل منها.