

صناعة الخل من التمور

الدكتور رعد البصام

رئيس قسم التخمرات - شركة الواحة

info@oasisnakoil.com

www.oasisnakoil.com

- الدقيقة بكميات تسبب ضرراً بالمستهلك.
- نسبة حامض الخليك: ٤ - ٥٪.
- المواد الصلبة الذائبة ١ - ٢٪.
- الرماد: ٢,٠ - ٥,٠٪.

استعمالات وفوائد الخل:

يستعمل الخل كمادة حافظة للأغذية كالخضراوات واللحوم حيث يمكن حفظ اللحوم فيه لعدة سنوات دون تلف كذلك يدخل في صناعة المخللات كما يستهلك مباشرة في البيوت ضمن وجبات الطعام وينصح باستخدام الخل الطبيعي لما له من تأثير في تنشيط الدورة الدموية والمحافظة على حيوية الجسم ويخفض نسبة الكوليسترول في الدم وزيادة الدهون

يعرف الخل بأنه السائل الناتج عن عمليتين تخميريتين كحولي وخلي (ALchol and acetic acid fermentation) للمادة السكرية الموجودة بالتمور التي تقدر نسبتها بحدود ٦٥-٧٠٪، حيث تعمل خميرة *saccharomyces cerevisiae* في التخمير الأول وفي ظروف لا هوائية على تحويل المادة السكرية (جلوكوز، فركتوز، سكرور) إلى كحول أثيلي (Ethanol) بفعل انزيمات الـ Zymas بينما تقوم بكتيريا حامض الخليك *Acetobacter* في التخمير الثاني بأكسدة الكحول إلى حامض الخليك *Acetic acid* وفي ظروف هوائية.

المواصفات الفنية للخل المنتج من التمور:

- اللون: أصفر مائل إلى الاسمرار حسب لون التمور المستخدم في التصنيع ومن دون أي ملونات صناعية.
- الرائحة: رائحة نفاذة، رائحة الخل الطبيعي من دون روائح غير مرغوب بها وأن يكون خالياً من الطعم المر والمحروق.
- أن يكون رائقاً خالياً من المواد العالقة والرواسب.
- أن يكون خالياً تماماً من المحليات الاصطناعية.
- لا تزيد نسبة الإيثانول المتبقي ٥,٠٪ بالحجم.
- أن يكون خالياً من الأحياء الدقيقة القادرة على النمو تحت ظروف التخزين العادية بكميات تسبب ضرراً بالصحة.
- أن يكون خالياً من أي مواد ناتجة من الأحياء.



طرق صناعة الخل:

هناك عدة طرق لصناعة الخل منها القديمة أو التقليدية ومنها أيضاً الطرق الحديثة بعد التطورات المتسارعة التي حصلت في مجالات تكنولوجيا التخمر.

الطرق القديمة لإنتاج الخل وأهمها:

- الطريقة الفرنسية Orleans method
- طريقة let alone process وهي طريقة قديمة تستخدم لإنتاج الخل منزلياً.
- الطريقة الإنجليزية والإيطالية لإنتاج الخل وتمتاز بأخذ وقت طويل لإنتاج الخل مما يسمح بتطور النكهة والطعم المستساغ. وللخل المنتج بهذه الطرق أسواق وبيع بأسعار باهظة مقارنة مع الخل المنتج بالطرق السريعة.

الطرق الحديثة لإنتاج الخل وأهمها:

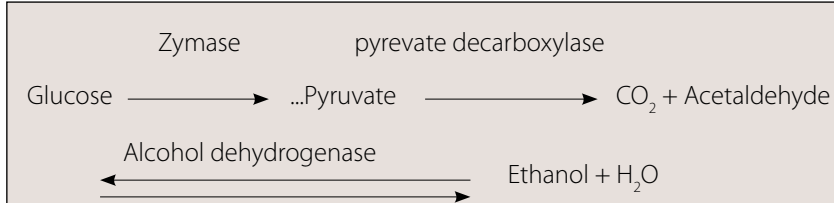
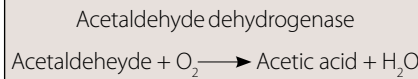
- ”submerged culture generators“ مثل طريقة فرنكس.
- ”Trickling generators“ الطريقة الإنسيابية.

ولأجل فهم آلية إنتاج الخل تجارياً من التمر وبالطرق الحديثة نأخذ طريقة فرنكس Frings الألمانية بشيء من التفاصيل باعتبارها أكثر الطرق الرائدة في العالم لإنتاج الخل في الوقت الحاضر فمنذ سنة ١٨٧٨ اهتمت فرنكس بتطوير قطاع صناعة الخل في العالم وبالأخص من قبل مبتكر الطريقة Heinrich Frings الذي وضع التصاميم الرئيسية لإنتاج الخل، وطريقة تصنيعه تتم داخل مخمرات حديثة كبيرة مصنوعة من مادة ستانلس ستيل ومجهزة بمضخات تولد الأكسجين (Acetator) لغرض عملية أكسدة الإيثانول ولهذه المخمرات الحديثة مردود اقتصادي كبير حيث تبلغ الإنتاجية بحدود ٩٥٪ أي يمكن إنتاج حوالي ٩٥٠ لتراً من الخل بنسبة حموضة تصل إلى أعلى من ١٠٪ من ١٠٠٠ لتر من عصائر التمر المخمرة والتي تحتوي على نسبة إيثانول بين ١٠-١٢٪ وتستغرق فترة التخمر ٢٤ ساعة فقط وبمساحة أرضية



بمقدار ١٠٪ من حجم المحلول الكحولي وفي ظروف هوائية حيث تقوم هذه البكتيريا بإفراز أنزيم مؤكسد هو Acetaldehyde dehydrogenase حيث يتحول مركب الـ Acetaldehyde إلى حامض الخليك (acetic acid) وكما هو مبين أدناه:

ونظرياً يمكن تحويل غرام واحد من الإيثانول إلى ١,٢ غرام خل بالإضافة إلى ٠,٢٩ غرام ماء.



الحميدة، وهناك عدة وصفات شعبية باستخدام الخل الطبيعي منها لخفض الوزن ومعالجة دوالي الرجل والشد العضلي والأمراض الجلدية والتهاب المفاصل ويستعمل أيضاً كمطهر ضد البكتيريا والفطريات، وهناك أيضاً استخدامات للخل في عمليات التنظيف والصناعات الغذائية والدوائية. علماً أن الخل من الأدوية التي ذكرته السنة النبوية الشريفة ومنها: قال رسول الله صلى الله عليه وسلم (اللهم بارك في الخل فإنه كان إدام الأنبياء قبلي).

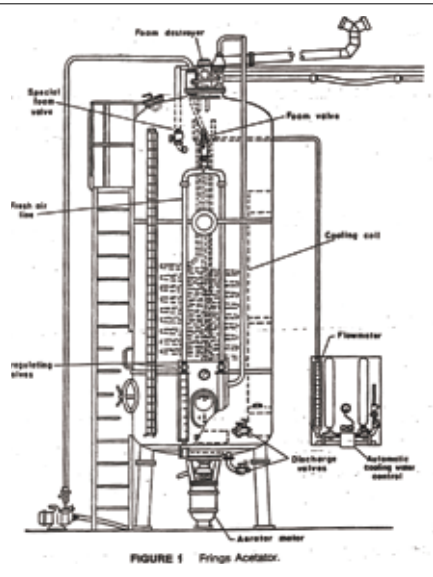
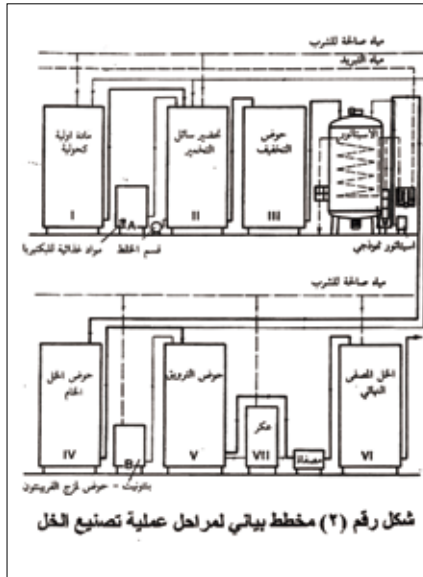
الأساس العلمي لصناعة الخل من التمر:

الأسس العلمية التي تبنى عليها صناعة الخل من التمر هي مرور سكريات التمر بمرحلتي تخمر:

- ١ - التخمر الكحولي Alcoholic fermentation، وهو تحويل سكريات التمر (جلوكوز) الأحادي إلى كحول ايثيلي باستخدام خميرة S.cerevisiae وجوهر هذه العملية الحيوية تتلخص بأن المواد السكرية الموجودة في التمر تتحلل بواسطة مجموعة أنزيمات أهمها أنزيم Zymase التي تفرزها الخميرة المذكورة أعلاه نتيجة عرضية لنموها وتكاثرها وينتج عن ذلك مادة تدعى بـ Pyruvate حيث تمر هذه المادة بسلسلة تفاعلات أخرى كيميائية (أكسدة واختزال) وبمساعدة أنزيمات أخرى أيضاً تفرزها الخميرة وكما هو مبين أدناه:

٢ - التخمر الخليكي: Acetic Fermentation

وهو تحول الكحول (Ethanol) المنتج في المرحلة الأولى إلى حامض الخليك بإضافة بكتيريا حامض الخليك (Acetobacter)



لا تتجاوز ١٨ متراً مربعاً من ضمنها الممرات والمرفقات الأخرى كما هو في الشكل رقم (١).

أما مراحل تصنيع الخل من عصير التمور المتخمرة فهي موضحة بالمخطط البياني شكل رقم (٢) وتتألف من المراحل التالية:

١ - في الخزان رقم (١) توضع المادة الأولية وهي عصير التمور المتخمرة والتي تحتوي على نسبة كحول تتراوح بين ١٠-٢٠٪.

٢ - تخلط بكتيريا Acetobacter مع المواد الغذائية في قسم الخلط A.

٣ - يحضر سائل التخمر من عملية خلط بنسبة ٢:١ من خل خام قديم بتركيز ١٠٪ وعصير التمور المتخمر في الخزان رقم ١١.

٤ - يستعمل الخزان رقم ١١١ لتخفيف الكحول.

٥ - يتحول العصير إلى خل داخل Acetator بواسطة عملية الأكسدة للكحول الموجود بالعصير عن طريق بكتيريا Acetobacter وأكسجين الهواء ولأجل إزالة الحرارة الناتجة عن عملية التخمر يحتاج Acetator إلى ماء بارد بدرجة ١٠-٢٠ م لتبريده.

٦ - في الخزان رقم ١١٤ يستقبل الخل الخام ويحفظ لفترة من الزمن لإنضاجه وتطوير النكهة وفترة التخزين تتغير حسب المادة الأولية المستخدمة في حالة التمور يفضل أن يبقى فترة لا تقل عن ٢٤ ساعة.

٧ - في الخزان رقم ١١٧ تجري عملية الترويق لأن



وتشمل الرائحة والطعم واللون.

- الحموضة الكلية Total acidity

- الحوامض غير الطيارة Non volatile acids

- الحوامض الطيارة. volatile acids

- المواد الصلبة الكلية. Total solids

- فحوصات أخرى تجري في المعامل لتحديد مواصفات الخل فيها:

Ash, Nitrogen, Phosphate, metals, Mineral acid, Carmel ..

- فحص الإيثانول المتبقي Ethanol test

References:

1- Flickinger, M.C., and periman, D.1997 Appl. Environ. Microboil. 33,706.

2- Frings. 1983, technology and products of the food industry. vol.1 N3-4.

3- peppler, H.G., and Perlman, D. 1979 Microbial technology «fermentation technology» volume II.

4- Vogel Busch – technology. 1998.

٥ - البصام. رعد ١٩٩٦. التقنية الحياتية، دار الكندي للنشر والتوزيع. إربد - الأردن.

الخل الخام يحتوي على البكتيريا وبعض الشوائب ولذلك تستخدم مادة الفريبنتون (الخزان B) وتضاف إلى الخل بكمية ٥-٢ كغم لكل ١٠٠٠٠ لتر من الخل مما يجعل الخل صافياً تماماً. وذلك بعد إجراء عملية خلط ميكانيكية ويترك الخل لمدة ٢٤:٨ ساعة لتنفصل العكوره ويصبح الخل رائقاً .

٨ - العملية الأخيرة هي عملية التصفية بواسطة فلترات خاصة ومن خلالها يضخ الخل المصفى إلى الخزان رقم ١١٦ أما المواد العكرة والشوائب فتجمع في الخزان رقم ١١٧ .

٩ - يخفف الخل بواسطة الماء النقي إلى درجة الحموضة المطلوبة ثم يعبأ في قناني زجاجية أو بلاستيكية وينصح إجراء عملية تعقيم للخل قبل تعبئته بالقناني وخصوصاً في البلدان ذات الجو الحار.

الفحوصات النوعية المطلوب إجراؤها على الخل:

هناك مجموعة من الفحوصات الحسية والكيميائية يجب إجراؤها على الخل المنتج لضمان النوعية ومن هذه الفحوصات:

- الفحوصات الحسية (organoleptic test)