

وزارة الزراعة و الثروة السمكية

صناعات التمور التحويلية



تأليف د.محمد مصطفى راضي العبد خبير الصناعات الغذائية مختبر الصناعات الغذائية/مركز بحوث الإنتاج الزراعي

> تنفيذ دائرة الاعلام التنموي ٢٠٠٥



صناعات التمور التحويلية

(التقنيات والإقتصاديات)

Dates Derived Industries

(Technologies & Economics)

تأليف

د. محمد مصطفى راضي العبد خبير الصناعات الغذائية مختبر الصناعات الغذائية/مركز بحوث الأنتاج الزراعي وزارة الزراعة و الثروة السمكية



حضرة صاحب الجلالة السلطان قابوس بن سعيد المعظم

المحتويات

| ١. المقدمة | ١ |
|---|----|
| ١.٢ الصناعات التحويلية التي تعتمد على أسس فيزيائية -كيميائا | |
| ١,٢.إستخلاص عصير التمر | ٣ |
| ٢.٢صناعة الدبس | ٦ |
| ٣.٢.السكر السائل | ٩ |
| ٤.٢ أنتاج الشراب الغني بالفركتوز وفصل الفركتوز عن الكلوكوز | 17 |
| | |
| ٣ .الصناعات البيوتكنولوجية | |
| ١.٣ صناعة حامض الستريك | 17 |
| ٢.٣انتاج الكحول الصناعي(الايثانول) والخل | 77 |
| ٣.٣ صناعة خميرة الخبز Saccharomyces cereviseae والتوريلا | ٣١ |
| ٤ الصناعات الكيمياوية | |
| ی د ر ۱۱.۶الفورفورال | 44 |
| ۲.۶ حامض الاوكزاڻيك | ٣٦ |
| ٣.٤صناعة الكاراميل | ۳۷ |
| | |
| ه المصادر | |
| ١,٥. العربية | ٣٨ |
| م الأحديث | 49 |

المقدمة

تدل الإحصائيات الزراعية لسنة ٢٠٠٣ على أهمية التمور كمحصول رئيسي حيث تمثل المساحة المزروعة بالنخيل ٥٨٪ من المساحة الكلية المزروعة في سلطنة عمان وتبلغ أعداد النخيل المثمرة ما يقارب ٦,٥ مليون(وزارة الزراعة والثروة السمكية، ٢٠٠٤) أنتجت سنة ٢٠٠٤ حوالي ٢٣١٪ ألف طن منها ٨٨ ألف طن منها (٣٨٪) تمور صناعية وهو مصطلح يعنى به التمور التي لاتستهلك بشريا وعموما يقدر إجمالي الفائض من تمور المائدة والتصنيع بشكل عام بحوالي ٥٢ ألف طن مما يضعف العائد التسويقي للتمور(وزارة الزراعة والثروة السمكية، ٢٠٠٥). وهنا يبرز دور الصناعات التحويلية في استيعاب التمورالفائضة و الرديئة والتالفة والمصابة على خلفية إمكانية إستعمالها كمواد أولية لصناعات مهمة تفتقد لها الدول العربية المنتج الرئيسي للتمور عالميا لكونها في نظر الكثير من الباحثين "كنزا كاربوهيدراتيا" حيث محتواها من السكريات الأحادية (خاصة في دول الخليج و العراق) يبلغ حو الي٧٠-٧٥٪ .هذه النسبة العالية من السكريات يمكن استغلالها صناعيا لإنتاج العديد من المواد ذات الاستخدامات الواسعة في نطاق الصناعات الغذائية والدوائية والكيمياوية.أما مخلفات النخيل والتمور فهي مصدرا إضافيا لإنتاج متنوع يبدأ بالمنتوجات الحرفية ويصل حتى الى بعض مستلزمات الصناعة البترولية والكيماوية كمادة الفورفورال. يتحقق في مثل هذه الصناعات ركن اساسى من المعادلة العامة لقيام صناعة ناجحة وهو توفر المواد الأولية زد على ذلك أن التقنيات الموظفة في هذه الصناعات ستتيح المجال للفنيين والمختصين والعمال العمانيين إكتساب المهارات و الخبرات الصناعية الحقيقية التي ستكون خطوات مهمة في طريق النهوض التقني والإقتصادي.

تهدف هذه الدراسة الى تسليط الضوء على بعض الصناعات التحويلية الواعدة التي يمكن أن تكون التمور و بعض أجزاء النخلة مادتها الأولية من خلال استعراض وتوضيح التقنيات والوسائل الحديثة التي يمكن أن تقوم على اساسها هذه الصناعات إضافة إلى اقتصادياتها بهدف توفير فرص إستثمارية مجدية تساهم في تنويع مصادر الدخل وتساعد على تأمين جزء من إحتياجات كثير من الصناعات الغذائية والصيدلانية والكيميائية العمانية مع زيادة إمكانية التصدير.

د.محمد مصطفى راضي العبد

عنوان المؤلف:

ص.ب. ۵۰

ميناء الفحل ١١٦

سلطنة عمان

ت نقال:968 9452073

ت ثابت: 4968 24487195

mmralabid@hotmail.com

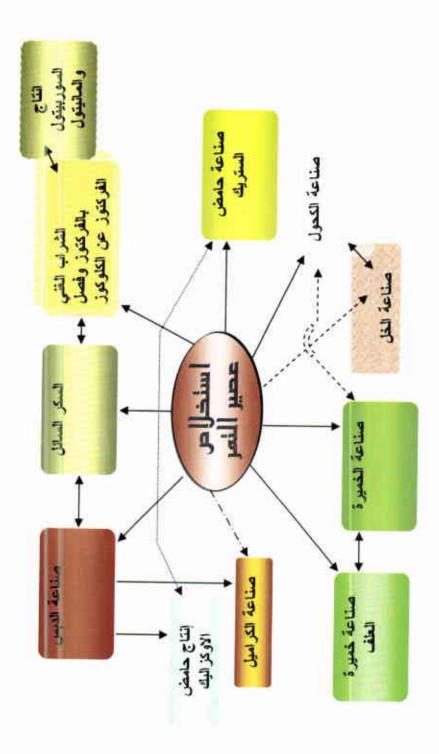
الصناعات التحويلية التي تعتمد على أسس فيزيائية – كيميائية

1.1. استخلاص عصير التمر

الخطوة الأولى المشتركة في معظم الصناعات التحويلية هي عملية الاستخلاص حيث أن التمور وبسبب قلة محتواها من الماء يصعب عصرها كما هو الحال في الكثير من الفواكه والخضر ذات المحتوى القليل نسبيا من المواد الصلبة الذائبة لذا يجب استخدام الماء في الاستخلاص وهنا يجب مراعاة الدقة في حسابات توازن المواد (material balance) وكذلك اعتبارات نقل المكونات consideration) وقد اثبتت الدراسات والتجارب العملية ان الاستخلاص على مرحلتين (double stage extraction) هو الأفضل لكسب اكبر قدر من المواد الصلبة الذائبة أي السكريات وبدرجة حرارة لا تتجاوز ٦٥-٧٠° م وذلك لتفادي حدوث تفاعلات جانبية كثيرة مع كمية مياه معقولة واجب إزالتها وخاصة إذا أريد استخدامـه في صناعـة الدبس أوصناعة السكـر السائـل(Belitz,1999), (Barreveld، 1993) ، حيث سيكثف لاحقا ويستعمل مباشرة وقد وجد ان هذا النوع من الاستخلاص (Leaching) يؤدي الى نسبة فقد لا تتجاوز ال ٥٪ تبقى في البثل (Cake) وهي نسبة مقبولة اقتصاديا . ان العصير المستخلص يمرر بمراحل تنقية وترشيح عديدة مابين كل مرحلة استخلاص مع عصر للبثل في نهاية المطاف. ان هنالك حاليا تقنيات عديدة متطورة للحصول على كفاءة عالية في انتزاع المواد الصلبة الذائبة من لحم الثمار منها على سبيل المثال لا الحصر تقنية نظام الطبقة الساكن (static – bed system) وهي اجهزة ذات مراحل متعددة تؤدي عملها من خلال عملية التيار العكسى متعدد المراحل (Counter Current Operation) في

خلايا استخلاص متعددة كما هو الحال في الحصول على النصر السكري من الشجر السكري وقد وجد ان كفاءة الاستخلاص (Mass transfer) السكري وقد وجد ان كفاءة الاستخلاص (Saravacos,2002) تزداد بشكل ملحوظ عند تسخين المحلول بين الخلايا (Saravacos,2002) علما بان هذا يجب أن يجرى بحذر في حالة التمور التقنية علما بان هذا يجب أن يجرى بحذر في حالة التمور التقنية الإخرى هي المستمرة للطبقة المتحركة (Moving -bed (continuous) امثلة الناطحة مثل : Bollmann bucket elevator و Rotocell extractor و Screw extractor

ان العصير الناتج يمكن ترشيحه ومعاملته حسب الاحتياج وهنا يمكن تطبيق طرق الترشيح الحديثة باستعمال الاغشية (Membrane) وبما يسمى بفوق الترشيح Ultrafiltration (UF)} والذي يمكن من خلاله تجاوز العمليات التقليدية السابقة لترويق العصير بواسطة الانزيمات ومساعدات الترشيح وترشيح البثل cake) filtration) والمستهلكة للوقت والجهد وذلك بواسطة عملية الخطوة الواحدة (one -step) مع استرجاع عالى للعصير يتراوح بين ٦٨-٩٦ ٪. وهناك انواع كثيرة للأغشية منها المتعددة (Polymeric)والخزفية (Ceramic). يقيم نوع مادة الأغشية في (UF) من خلال سهولة تنظيفها وكفاءة استرجاع العصير اضافة الى معدل التدفق (Flux rate (L/m² h . يمكن كذلك لهذا النوع من الترشيح دمجه مع التركيز بواسطة التناضح العكسي للوصول الى حوالي ٣٥° بركس(ZEK,2003, Saravacos,2002 . نجاح عملية الاستخلاص هو المفتاح للحصول على معظم السكر الموجود في الثمار وبالتالي توفير المادة الاولية لكل الصناعات التحويلية تقريبا وبشكل مجدي لذا فان المقترح هو جعل هذه الخطوة مركزية ضمن مجمع صناعي،كما هو مبين في المخطط (١)، تزود بقية الصناعات الاخرى بعصير التمر الذي يعامل بعدها حسب الاحتياجات الخاصة لكل صناعة بدلا من تكرارها مما سينعكس على النفقات ويخفضها الى حد كبير.



مخطط(1) يبين مركزية مرحلة إستخلاص العصير وارتباط الصناعات المختلف في المجمع المقترح

٢.١.صناعة الدبس

تشمل هذه الصناعة وحدات العمل الرئيسية الآتية مفترضين أن وحدة الإستخلاص مركزية:

- وحدة ترشيح إضافية بواسطة فوق الترشيح (UF) خاصة للتخلص من البكتين
 إذا كانت نسبته عاليه (Saravacos, 2002) .
- التحكم بلون العصير ويمكن ذلك عن طريق وحدة خاصة السيطرة على اللـون إختياريا وذلك باستخدام الفحم المنشط او اغشية خاصة (GEA,2004).
- وحدة التكثيف وتشمل المكثف (Evaporator) وملحقاته وهنالك أنواع عديدة من المكثفات مثل المكثف ذي المكوث القصير وهنالك أنواع عديدة من المكثفات مثل المكثف ذي المكوث القصير (short-residence time evaporator) وذلك لحساسية عصير النمر للحرارة ولتفادي حدوث تفاعلات جانبية وضمن هذا النوع من المكثفات هنالك انواع عديدة (مثل: plate evaporator و plate evaporator التمهم هنا هو تركيز عصير التمر الآتي من وحدة الاستخلاص بطريقة تضمن عدم تعرضه للعديد من التفاعلات وحدة الاستخلاص بطريقة تضمن عدم تعرضه للعديد من التفاعلات الجانبية بسبب تركيبه المناسب لذلك.لذا يجب ان يتم تكثيف العصير باقل درجة حرارة ممكنة (ويفضل الا تزيد عن ٥٥-٢٠ °م) وبحيث يبقى العصير اقصر فترة في المكثف مع مراعاة العوامل الاخرى المهمة لكفاءة التبخير كالمعامل العالي لانتقال الحرارة

Overall Heat Transfer Coefficient (OHTCs) } والإستخدام الامثل المثل (Fellow,1992) (efficient energy use). ان عصير النمر الذي للطاقة (عملية الدائبة الاخرى يمكن يمتوي على كمية لا باس من السكريات والمواد الصلبة الذائبة الاخرى يمكن

ان يسبب بعض المشاكل للمكثفات كتكون طبقة صلبة على الجدران تقلل من انتقال الحرارة الى داخل المادة المراد تكثيفها او تعفن الجدران والزوايا عند عدم الاستعمال لذلك يجب مراعاة ذلك عند اختيار نوع المكثف الذي يجب ان تكون سعته كافية لضمان وقت تبخير يعادل ٥٠٪ من زمن التشغيل لخط الدبس ولوجبة عمل واحدة.

- وحدة التعقيم: الدبس الناتج بتركيز ٧٠-٧٢ ٪ بركس يعقم بواسطة جهاز التعقيم
 ومن ثم يعبأ في براميل او يخزن في خزانات وسطية.
- آ تبريد الدبس: يجب إجراء هذه العملية بعد التعقيم الى درجة معقولة لايقاف أي تغيرات يمكن ان تستمر بمساعدة الحرارة تؤدي الى غمق اللون وتغير الطعم.



صورة (١): عسل التمر العماني(الدبس) منتج في مختبر الصناعات الغذائية التابع لوزارة الزراعة والثروة السمكية.

3.1. السكر السائل

في هذه الحالة فان العصير القادم من وحدة الاستخلاص يمرر مرة اخرى في وحدة ازالة اللون (Decolorization unit) وإزالة المعادن (Demineralization) وحدة ازالة اللون (Decolorization unit) وإزالة المعادن المبخر وهنا يمكن ان تستعمل تقنيات مختلفة مثل طرق قبل النهاب الى المبخر وهنا يمكن ان تستعمل تقنيات مختلفة مثل طرق كرموتوغرافيا التبادل الأيوني ومبدأ عملها يشمل الطرد الايوني هذه (وحدة ازلة تبادل الليجاندات Ligand Exchange . وحدة التبادل الايوني هذه (وحدة ازلة (Regeneration tanks)

ان هذه الوحدة بالوصف السابق تعمل بطريقة الوجبه (Batch operation) وإذا ما أريد لها أن تعمل بشكل مستمر (Continues Operation) يجب اضافة مضخات وغيرها لتحقيق التصميم المناسب.

ويتحكم في جدوي هذه العملية عاملان رئيسيان هما:

- 1. Adsorbent Productivity [m³ -feed/hr] / [m³-adsorbent] وهذه تحدد حجم النظام الخاص بالفصل.
- 2. Eluent efficiency –water: feed ratio .(Rossiter, 1999) . وهي الكلفة الرئيسية للتشغيل

العاملان المذكوران يعتمدان على متغيرات فرعية عديدة حيث يؤثر على الأول نقاوة المادة الخام ودرجة حرارتها ونسبة المواد الصلبة بها والتوزيع الحجمي للممدص (Adsorbent) والنقاوة المطلوبة للناتج ...الخ. اما العامل الثاني فيعتمد على حجم حبيبات الممدص وتحديداته ودرجة حرارة التشغيل ولزوجة السائل وعدد الاعمدة المستعملة...الخ. تعتمد التصاميم الخاصة بهذه الخطوة على احتياجات السوق و ماهية المطلوب من حيث كمية الإنتاج ودرجة النقاوة وعموما فان

العوامل المؤثرة على إدامة عمر أعمدة الفصل تتمثل في السيطرة على نمو الاحياء المجهرية في اعمدة الفصل من خلال التسخين كذلك يجب تفادي تكون المجهرية في اعمدة الفصل من خلال التسخين العالي وال pH الواطئ (Hydroxy Methyl Furfural(HMF)) بسبب التسخين العالي وال الواطئ والذي هو مؤشر على اللون(Rossiter, 1999) .احدى طرق قصر اللون هي المتعمال الفحم المنشط(Dow Liquid, Separations 2002) التي تؤدي الى مايسمى ب (Lurgi, 2004) Polishing filtration).

أقتصاديات

الجدول[۱] يوضح متطلبات معمل لانتاج الدبس والسكر السائل طاقته الإنتاجية ٥٠٠ كغم /ساعة تمور تحتوي على ٥٧.٥ ٪ سكر متحول (Invert sugar) ينتج ٣٣٥ دبس أو٣٠٠ كغم / ساعة سكر متحول بنسبة ٧٠-٢٢٪.

| | الوحدة | الدبس | السكر السائل |
|--|------------|-------|-----------------|
| الماء | | | |
| ماء تبريد خاص بالمكثف بدرجة ٣٠ ° م | م ً /ساعة | ٨ | ٦ |
| ماء تقني | م * /ساعة | ٨٥ | ٨٥ |
| درجة العسرة لا يتجاوز ١،٠٥١ جة المانية | م ً /ساعة | - | ٨ |
| الطاقة الكهربائية(٢٤٠/٤٠٠ فولت ، | كيلواط | 1 | 17. |
| ٥٠٠ فولت ،٦٠ هيرتز) | | 1 | |
| بخار (مشبع ، ضغط ۳،۵ بفارق زیادة | كيلو /ساعة | ۲۰۰۰ | ۲۰۰۰ |
| اونقصان ٥،٠ بار) | | | |

جدول[۱]

العدد الضروري للعاملين لكل وجبة عمل :انتاج الدبس ٢٠ شخصا ،انتاج السكر السائل ٢٥ شخصا

المساحة اللازمة لمعمل انتاج الدبس ٥٠٠ م و انتاج السكر السائل ٩٠٠ م ". الارتفاع الداخلي الضروري للمعمل اعلى المكثف ووحدات التبادل الايوني ١٠ م المقية اجزاء المعمل ه - ٦ م (Agro Invest,2000)

٤,٢.أنتاج الشراب الغني بالفركتوز (HFS) وفصل الفركتوز عن الكلوكوز

يعتمد في انتاج الشراب الغني بالفركتوز على الطريقة الكروماتوغر افيةالمستمرة (Continuous Chromatography Process) في تعزيز نسبة الفركتوز في الطور السائل وبواسطة تقنيات مختلفة مثل:

{(simulated moving bed) SMB (Vogelbusch,2002), Multistage SMB process (patented), SSMB (Sequential Simulated Moving Bed), New Sequential multiprofile process (patented),(Paillat, 2000)}

المخطط (2) يبين مراحل تصبيع الشراب الغني بالفركتوز وفصل الفركتوز عن المخطط (2) يبين مراحل تصبيع الشراب الغني بالفركتوز وفصل الفركتوز عن (Vogelbusch,2002). في هذه العملية يمكن الجلوكوز و حسب تقنية (SMB) (SMB). في هذه العملية يمكن ادخال تقنية الاغشية وذلك لمعالجة ما يتكثف في المبخر condensation) وقصر (Manofilteration (NF)) وقصر الإملاح من مجددات المبادل الايوني بواسطة (GEA, 2004) وقصر اللون من السكر أيضا (GEA, 2004). يجب أن يطابق المنتج النهائي المواصفات المطلوبه وخاصة فيما يتعلق بالملوثات البايولوجية و الكيمياوية وكذلك المواصفات العامة كاللون والرائحة. الخ بحيث يتم التأكد من النوعية من خلال فحوصات السيطرة النوعية المستمرة وتوفر خزانات إضافية في المصنع يحفظ بها المنتوج لمدة السيطرة النوعية والتأكد من استمرار صلاحيته. أن بعض الخطوات التصنيعية حرجة بالنسبة لمراقبتة والتأكد من استمرار صلاحيته. أن بعض الخطوات التصنيعية حرجة بالنسبة لهذا المنتج كقصر اللون بواسطة الكاربون المنشط لذا فإن إستعمال الأغشية المشار للها أعلاه يعد تطورا يضمن إنتاحا ذا نوعية عالية

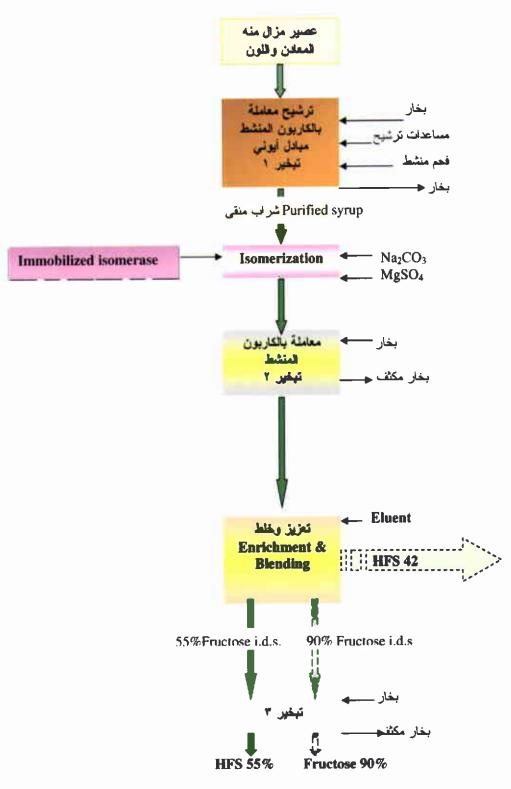
(Sugar Milling Research Institute, 2002) إضافة إلى ما تقدم فان الكلوكوز والفركتوز يمكن هدرجتهما الى السوربيتول والمانيتول على التوالي بواسطة تقنيات (suspended catalyst Raney Nickel) عديدة الشائع منها يعتمد على المحفز (slurry hydrogenation process) من خلال

حيث تمتاز هذه الطريقة بكمية المحفز القليلة مقارنة بالهدرجة التقليدية والتفاعل هو من النوع الباعث للحرارة (exothermic reaction) يبرد باستخدام الماء الذي يصبح حارا يمكن ربطه بخطوة صناعية تحتاج اليه(Lurgi,2004).

أحدث التقنيات لفصل الفركتوز وتعزيره تلك التي تتم باستعمال غشاء سائل مدعم ببروبلين ونفاذ يحتوي على حامض البورونيك وحاصل بنسبة 7% وزن وتدفق (10^{-8} mol m $^{-2}$ S $^{-1}$ الموكوز 10^{-8} mol m $^{-2}$ S $^{-1}$ وفركتوز 10^{-8} mol index النقل المتحرك (immobilized glucose isomerase) الى محلول المحلوكوز ايزو ميريز غير المتحرك (immobilized glucose isomerase) الى محلول المحلوكوز في موقع خلية النقل للغشاء السائل وبذلك تتم ازمرة الموالي العلوكوز وتعزيز الفركتوز في خطوة واحدة بدل خطوتين كما هو الحال في الطريقة الاعتيادية ويمكن الوصول الى 10^{-8} تعزيز من خلال هذه التقنية (Paugam,1996).

إقتصاديات:

- إن الكثير من وحدات العمل الخاصة بصناعة الشراب الغني بالفركتوز مثل المراحل الأولى لإستخلاص وتنقية العصير وكذلك التبخير مشابهة لمراحل إنتاج السكر السائل أي أن المعمل يمكن أن يكون واحدا مع الأخذ بنظر الاعتبار المراحل الخاصة بإنتاج هذا النوع من الشراب.
- يمكن الإستغناء عن خطوة الأزمرة الإنزيمية {مخطط(٢)} المكلفة بعض الشيء باستخدام الفصل الكروموتوغرافي المتكرر وذلك لأن عصير التمور الخليجية عموما يحتوي على السكر المتحول فقط والمتألف نصفه تقريبا من الفركتوز مما سيساهم في خفض كلفة الإنتاج.



مخطط(2) تصنيع الشراب الغنى بالفركتوز بواسطة تقنية Vogelbusch,2002),SMB

- كلفة التشغيل تشكل معظمها المادة الأولية أي التمور بنسبة أكثر من ٥٠٪
 يأتي بعدها المواد الكيمياوية و المواد الإخرى حيث تتراوح ما بين
 الى١٥٠٪ وبقية الكلفة تتوزع على المرافق و إجور العمل(Lurgi, 2004).
- بلغ انتاج الشراب الغني بالفركتوز سنة ١٩٩٩ في الولايات المتحدة ٩,٤ مليون طن والطلب تصاعدي كذلك الحال بالنسبة للصين حيث تحقق هذه الصناعة جدوى اقتصادية (Zhongping ,1995) مما يشير الى توفر الأسواق مستقبلا.

٣. العناعات البيوتكنولوجية

يتم من خلال هذه الصناعات تحويل عصير التمور بواسطة طرق التقنية الحيوية ومن خلال استعمال أحياء مجهرية أو إنزيمات إلى مواد أخرى ذات قيمة أعلى وتؤسس لصناعة متطورة. تشمل هذه الصناعات:

١,٣ صناعة حامض الستريك

اسم حامض الستريك مشتق من الاسم اللاتيني لليمون Citrus وهو حامض عضوي مكون من ست ذرات كربون له استعمالات كثيرة تتلخص في الجدول [2]:

| | الصناعة | صفة الإستعمال | الاستخدام | النسبة من الإنتاج الكلي |
|---|----------------------|------------------|-----------------------|-------------------------------|
| ١ | الغذائية كما يلي : | | | |
| | المرطبات | تحميص | منكهه | %Y0 |
| | الحلي والمربياتالخ | متكهه | تحميص | |
| | الدهون والزيوت | مضاد للأكسدة | عمل معقدات مع العناصر | |
| | الغذاء المجمد | مضاد للأكسدة | | |
| ٢ | الصيدلانية كما يلي: | | | |
| | الفورات Eversent | حامض | نکهه | Z1• |
| | الفيتامينات | مضاد للأكسدة | | |
| | مضادات التختر | عزل Sequestering | تنظيم Buffering | |
| | مستحضرات الحديد | تكوين الاملاح | | |
| | التجميل Cosmetics | تنظيم Buffering | | |
| ٣ | متفرقات كما يلي: | | | |
| | تنظيف المعادن | عزل Sequestering | _ | Z10 |
| | المنظفات Detergents | تنظیم Buffering | فصل Sequestering | |
| | التصوير | تنظیم Buffering | :=0. | |
| | Primer binding | عزل Sequestering | - | |
| | بلمرة Polymerization | عزل Sequestering | 500 | |

الجدول [2]: إستخدامات حامض الستريك ونسبة كل واحد من مجمل الإنتاج العالمي لقد ازداد الانتاج كثيرا لحامض الستريك في الثلاثة عقود الاخيرة وبلغ عدد الدول التي تنتجة في نهاية ١٩٧٨ حولي ٣٥ دولة .

المواد الاولية لانتاج حامض الستريك هي :

المحاليل السكرية الاعتيادية وسكر المائدة ومحاليل الكلوكوز الذائبة
 والنشا المحلل.

٢. مولاس سكر القصب او سكر البنجر.

لقد اجريت بحوث سابقة لانتاج حامض الستريك من التمور تركزت في العراق (Barreveld ، 1993) ولكن لم تحول نتائج هذه الابحاث الى الواقع الصناعي .

طرق انتاج حامض الستريك

الإنتاج من الليمون وهي أول طريقة استخدمت لإنتاج هذا الحامض منذ العام Aspergillus niger باستعمال الفطر 1919 باستعمال الفطر 1827 المحتل الإنتاج (Kristiansen, 1999) ولكن الإحصائيات تشير إلى أن ١٪ من مجمل الإنتاج العالمي مايزال مصدره الليمون (Yigitoglu,1992).

۲. الطريقة الكيميائية وأساسها تحويل مركب متناظر كالأسيتون ثنائي الكلور (KCN) وسينايد البوتاسيوم (HCN) وسينايد البوتاسيوم (Dichloroacetone) الى حامض الستريك وهنالك طرق أخرى تستخدم مواد أولية مختلفة ولكنها تستند على نفس المبدأ وقد أثبتت هذه الطرق إنها غير مجدية اقتصاديا إضافة إلى خطورتها من حيث احتوائها على مواد قد تكون ضارة ولا تصلح للاستخدام الغذائي.

٣. الطرق البيوتكنولوجية والمبدأ في هذه التقنيات هي تنمية كائنات دقيقة لانتاج مادة معينة وقد أثبت إن الفطر Aspergillus niger هو الأفضل أنواع هذه التقنيات هي كالآتي:

أ - الطريقة السطحية (Surface method)

تعتمد هذه على انماء الفطر A. niger على سطح الوسط السائل في عدد كبير من الصواني المسطحة ذات مساحة كبيرة حولي ٥ م وعمق يتراوح بين ٥-٢٠ سم وعادة ما تصنع هذه الصوني من الالمنيوم عالي الجودة او الستينلس ستيل . يلقح الوسط السائل الذي غالبا ما يكون من المولاس او سكر القصب باضافة السبورات اما من خلال تعليقها بمحلول (Suspension) او بنشرها بواسطة تيار هوائي فوق سطح الصواني مع مراعاة الجونب الفنية الدقيقة لمثل هذه العملية وهي كثيرة ولا مجال لذكرها الان علما بان الكثير من هذه الحيثيات التكنولوجية محمية ببراءات اختراع او تعتبر ضمن اسرار الشركات المنتجة.مدة التخمير التي تستغرق من ٨-١٥ يوما واختصارها مع الأخذ بالحسبان الانتاجية تعتبر معلومات سرية للمنتجين ولكن يمكن والتأكيد بأن هذه الطريقة تعطينا حاصل لايقل عن ٧٥٪ من السكر المعد للتخمر. لقد بقيت هذه الطريقة سائدة ومربحة لسنين عديدة بالرغم من عيوبها حيث إنها تحتاج الى ايد عاملة كثيرة ومساحات كبيرة لصواني التخمر.

ب- الطريقة الغاطسة Submerged process

وهي الطريقة السائدة الآن منذ نهاية الأربعينيات حيث ينتج حولي ٩٩٪ من حامض الستريك الموجود في الأسواق العالمية بهذه التقنية لأنها لا تحتاج إلى أيدي عاملة كثيرة وبما أنها تعتمد على المخمرات فالمساحات المطلوبة ستكون قليلة . يتكون مصنع حامض الستريك الحديث الذي يشتغل بهذه الطريقة من الأقسام التالية:

- قسم تحضير الوسط Medium preparation
 - قسم المفاعلات Reactor section
 - قسم فصل المرق Broth separation
- قسم استعادة المنتوج Product recovery

إنتاج حامض الستريك بواسطة الطريقة الغاطسة يتم حاليا بتخمير الوجبة أي Batch إنتاج حامض الستريك بواسطة الطريقة الغاطسة يتم حاليا بتخمير الوجبة أي fermentation وبحاصل يصل الى ٩٠٪ (Berry,1988).

ج- الطريقة المستمرة (Continuous immobilized process)

لقد وصفت هذه التقنيات في المصادر (Berry,1988) و (1999) و (Kristiansen, 1999) و (Berry,1988) و القد وصفت هذه التقنيات في تطبيق صناعي لغاية الساعة حيث تواجهها مشكلة رئيسية تتعلق بالإستغلال الأمثل للسكريات والتي تعتبر العامل الرئيسي في حساب كلفة الانتاج ممايجعل هذه الطريقة غير اقتصادية في النهاية وهكذا بالنسبة للطرق الاخرى حيث تصطدم بصعوبات تقنية عديدة تجعلها غير مجدية اقتصاديا.

د- طریقة Koji process

وهي مشابهة للطرق السطحية ولكن في الحالة الصلبة.هذه الطريقة التي طورت في اليابان في الأصل تعتمد على استخدام نخالة الرز وبقايا الفواكه وهي تعتبر من طرق الإنتاج الصغير وبطريقة الوجبة (small scale -batch process).

تستمر هذه الطريقة لمدة ٤-٥ ايام ونسبة الحاصل قليلة وذلك بسبب صعوبة السيطرة على العناصر المعرقلة للتخمر وبقية الظروف.

اقتصاديات إنتاج حامض الستريك

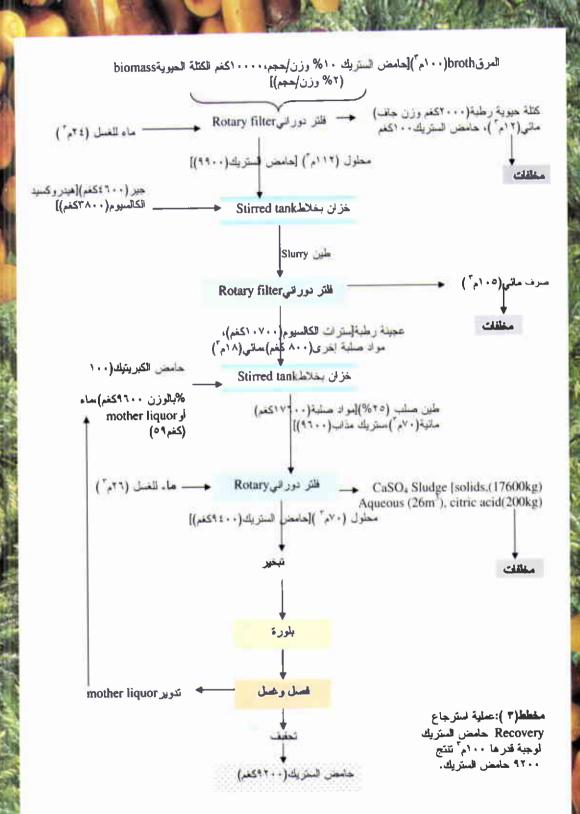
- زيادة الطلب على حامض الستريك في الدول الغربية يتراوح بين ٥و٣ ٦٪ في السنة وذلك في الفترة ما بين ١٩٧٨ (APTT, 2002) وهو يكون ٨٥٪ من سوق الحوامض العضوية المنتجة بواسطة التخمر (Ashwin, 1995).
- مناطق الانتاج الرئيسية في العالم تتوزع بين اوربا والولايات المتحدة والصين حيث ينتج ٨٨٪ من مجمل الانتاج العالمي والذي قدر باكثر من ٦٠٠ ألف طن سنويا في سنة ١٩٩٤ ومع النمو المتصاعد للطلب على هذا الحامض قد يصل الانتاج الى ٦٥٠–٨٥٠ الف طن سنة ١٩٩٧ حسب مايشير المصدر (Ashwin, 1995) حيث تقدر قيمة السوق العالمية بمليار الى مليارين دولار سنويا ولغاية ١٩٩٥
 - يتوقع أن ينمو الطلب في الولايات المتحدة حتى يصل الى ٦٥٠–٢٥٠ مليون في ٢٠٠٥ (Chemical Profile: Citric acid 1996)
 - تشير (APCTT،۲۰۰۳) الى ان سعر 1, كغم يتراوح مابين ١.٢ دولار في الولايات المتحدة و ١.٩ دولار في اوروبا.
 - استرجاع Recovery المادة مهم جدا لضمان ربحية كبيرة من المشروع مثال
 ذلك في المخطط (٣).
 - يتوقع أن يزداد الطلب على هذا الحامض في حال أريد تنظيف البيئة من اليورانيوم المنضب في مناطق الحروب.
 - الاقتصاديات الافتراضية موضحة في الجدول [٣] لمعمل يستخدم التمور كمادة أولية ينتج حوالي ٥ ألاف طن سنويا من حامض الستريك سنويا بواقع يقارب ١٦ طن يوميا و لمدة ٣١٢ يوم على شكل مونوهايدرايت بالتطابق مع مواصفات الأغذية في دستور مواصفات الاغذية في دستور

الأغذية العالمي Codex Alimentarius علما بأن نسبة استعادة الناتج تساوي . Recovery grade. %4.

يمكن تقدير الكلفة الإجمالية لهكذا مشروع بحوالي ١٢,٥ مليون دولار وذلك استنادا إلى الطاقة الإنتاجية (APTT, 2002) لهكذا مشروع وحداثة التكنولوجيا والمعدات المستعملة والذي يمكن تقييمه بحوالي ٨-٩ من (Modern technology /plant and equipment rating chart) مهذا التقديرات لم تأخذ بنظر الاعتبار الكلفة التي يمكن أن تبرز بسبب خصوصية الموقع لان ذلك يرتبط بعوامل عديدة يصعب تحديدها الآن حيث إن الهدف من عرض التقديرات أعلاه هو إعطاء فكرة عن مبلغ الاستثمار المطلوب.

| مواصفات المادة الخام | الاستهلاك السنوي | الاستهلاك لانتاج ا طن حامض | الوحدة | اسم المادة | |
|--|------------------|----------------------------------|---------|----------------------------------|---|
| نسبة السكر القابل للتخمر حوالي ٥٥٪ على افتراض عدم وجود مواد اخرى معرقلة للتخمر | OYAF | 1 770 | طن | تمور خام | ١ |
| محتوى حامض الكبريتيك ٩٨٪ | 0 * * * | 1 | طن | حامض الكبريتيك | ۲ |
| محنوی CaO حوالي ۸۰٪ | 0 = 4 ; | 1 | طن | الجـــير (اوكســيد الكالسيوم) | ۴ |
| مشابهه لمواصفات 1 كفيم المستعمل للقصر في صناعة السكر | 1 | ۲- | كغيم | فحم منشط | ٤ |
| مبادل سالب | 70 | ٥ | كغيم | راتنج | ٥ |
| ماء صالح للشرب | T+0.000 | 7945 | م٣ | ماء | ٦ |
| | 10 | T*** | KW/h | كهرباتية | ٧ |
| Keal/Kg Y··· | 10.00 | ٣ | طن | محروقات | ٨ |
| التعبئة الداخلية بولي الميلين ٣ ديسي ملم (without poison ;medical Kraft paper (exterior ;braided package | ***** | £× | Set طقم | تعبئة وتعليب | ٩ |

جدول[٣]: المواد الداخلة في التصنيع والاستهلاك



مخطط(٣):عملية استرجاع Recovery حامض الستربك لوجية قدرها ١٠٠ م تنتج ٩٢٠٠ حامض الستربك

١.٢,٣نتاج الكحول الصناعي(الايثانول) والخل

يعتبر الكحول (الايثانول) من المواد المهمة ذات الاستخدامات الطبية و المختبرية و الصناعية العديدة أهمها صناعة اللواصق Adhesives والعطور ومواد التجميل والادوية وأدوات العناية الصحية والأصباغ والحبر ومضافات الاغذية والمنظفات والخل والمشروبات والوقود.

مصدر السكريات المعدة للتخمر ولصناعة الكحول هي المولاس والنشا المتحلل والفواكه والمحاصيل واي مصادر اخرى يمكن ان توفر السكريات ومنها التمور حيث توفر هذه مادة خاما جيدة للاستعمال في هذا المجال وتعتمد بعض الدول العربية عليها بشكل رئيسي لانتاج الكحول كالعراق. نظرا لأهمية الكحول كمادة صناعية ومكون اساسي لكثير من المنتجات، فان الانتاج العالمي يتوقع ان يصل مجموعه سنة ٢٠١٠ الى ٤٨ مليار لتر كحول سنويا في اوريا وأمريكا اللاتينية خاصة في الدول الني ليس لها موارد نفطية كالبرازيل حيث يحل محل البنزين جزئيا (Lichts , 2003).

انواع الكحول التي يمكن انتاجها من معمل يعتمد على التمور هي:

- 1. الكحول التقنى المعطل ٩٦ Technical alcohol ٪ حجم /حجم
- ٢. الكحول الصناعي المعطل AY-AY Denaturated alcohol رحجم /حجم
- ٣. الكحول الطبي Yo-Y. Denaturated medical alcohol . حجم احجم
 - الكحول المطلق تركيز ٩٩٪ بعد إستخدام تقنيات Absolute alcohol التقطير الأزوتروبي.

المنتوجات الثانوية من هذا المعمل هي ثاني اوكسيد الكربون CO₂ و خميرة الخبز .ناتج الايثانول من تخميركفوء بنسبة ٩٠٪ لوحدة سكر واحدة يساوي حوالي ٤٦٪ و ٤٤ CO₂ والمتبقى البالغ ١٠٪ تستهلك الخميرة جزء منه لنموها والجزء الأخر يذهب

كفاقد نتيجة التبخر وبعد الأخذ بنظر الاعتبار كل العوامل المتحكمة في حاصل التخمر ونسبة السكريات في التمور على اعتبارها ٧٨٪ فيكون الناتج الصافي حوالي ٣٥٢ لترا لكل طن تمور بتركيز ٩٦٪ حجم /حجم .

تقنية انتاج الكحول من التمور

يعتمد مبدأ انتاج الايثانول من التمور على حقيقة قابلية سكريات التمور على التخمر بواسطة خميرة الخبز Anaerobic) وانتاج الايثانول والمنتجات الاخرى حسب المعادلة الاتية:

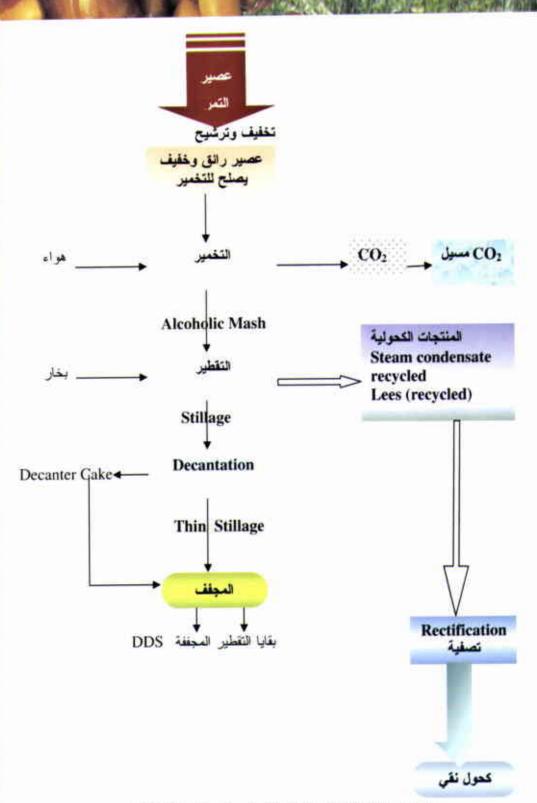
$$C_6H_{12}O_6$$
 \longrightarrow $2C_2H_5OH + 2CO_2 + 27 Kcal$

المخطط (٤) يبين الخطوات الاساسية لصناعة الايثانول حيث يمكن تقسيم عملية انتاج الكحول الى المراحل الأساسية الاتية :

مرحلة التخمير: وفيها يتم جعل تركيز العصير القادم يعادل $^{\circ}$ 10–11 مرحمة الاستخلاص (المشتركة او المنفصلة) والذي يجب حفظه على درجة $^{\circ}$ م وحدة الاستخلاص (المشتركة او المنفصلة) والذي يجب حفظه على درجة $^{\circ}$ م لتجنب أي تلوث بجراثيم غير مرغوبة قبل اضافة الخميرة يجب تبريد العصير الى $^{\circ}$ 70–70 م وهي الدرجة المناسبة ثم يترك للتخمر لمدة $^{\circ}$ 43 ساعة لحين الحصول على تركيز $^{\circ}$ 20–11% ويجب مراقبة امور كثيرة اثناء التخمر مثل اضافة المغذيات للخميرة والتحكم في الهواء وتصريف $^{\circ}$ 200 المتكون . هناك تقنيات تخمير حديثة من خلال الخميرة المثبتة في الوسط المسال $^{\circ}$ (Fixed yeast fluid – المشال $^{\circ}$ 20 في bed continuous fermentation) الوجبة المنفر دة (Single batch) وتختصر بذلك دورة التخمير وتعطي حاصلاً عالياً ويمكن

السيطرة عليها اوتوماتيكيا. طاقة هذه التقنية ١٠-٢٠ ضعف تخمير الوجبة (Nan,).

مرحلة التقطير: تقنية الفصل بالتقطير تعتمد على تقنيات مختلفة وعدد من ابراج التقطير وذلك للحصول على كحول نقي ذي مواصفات مطابقة للمواصفات العالمية . تستخدم ابراج للتقطير وعدد تصميم ابراج التقطير يلعب دورا في انتاج كحول ذي نقاوة عالية يتطابق مع الدستور الصيدلاني البريطاني (BP 1994) وكذلك الامريكي (USP 23 1995) والاوربي (EP 1999) ، خاصة فيما يتعلق بالمكونات التالية : الميثانول والالديهايدات (محسوبة على اساس استالديهايد) والاسترات والاحماض الحرة ... الخ . في حالة انتاج الكحول المطلق (Absolute alcohol) والذي تكون مادته الاولية الكحول بنسبة ٦٦٪ ، تستعمل حاليا تقنية المناخل والذي تكون مادته الاولية الكحول بنسبة ٦٦٪ ، تستعمل حاليا تقنية المناخل الجزيئية (Molecular sieves) وهي الاحدث والافضل اضافة الى التقنيات الاخرى كالتقطير تحت الضغط المخلخل (Vacuum distillation) او بواسطة التقطير الازوتروب (Azoetropic distillation)

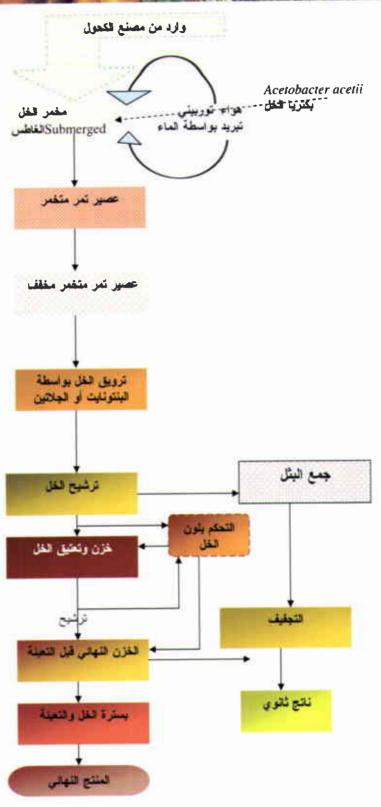


المخطط (٤) الخطوات الأساسية لصناعة الايثانول

إنتاج الخل (تقنية انتاج الخل)

يرتبط انتاج الخل بانتاج الكحول من عصير التمر لذا من الاجدى اقتصاديا انشاء المعملين سوية حيث يمكن ان تكون وحدة التخمير مشتركة للمصنعين وكما يظهر من المخطط(٥).

يمكن تحويل العصير المتخمر بشكل تام إلى خل من خلال التقنية الغاطسة (Submerged) بواسطة مخمرات (Fermentor) حديثة تعتمد على توزيع الهواء داخل العصير المتخمر بشكل متجانس توربيني مع تحكم الكتروني بضروف التخمر من درجة حرارة وموازنة تركيز الكحول والخل المتكون والمغذيات واستمرار تدفق الأوكسجين بحيث يضمن أفضل إداء لأنواع Strain عالية الكفاءة من بكتيريا الأوكسجين بحيث يضمن أفضل إداء لأنواع Strain عالية الكفاءة من بكتيريا انتاجية كل Acetobacter acetii عمكن الوصول من خلال هذه العملية المستمرة الى وجبة انتاجية كل ٢٤ – ٤٨ ساعة. تلعب عمليات تعتيق وخزن الخل دورا كبيرا في تحسين نوعية الخل وتطور مركبات النكهة به وكذلك لونة الذي يمكن التحكم بواسطة راتنجات المبادلات الأيونية (Achaerandio 2002). يستعمل الخل في الصناعات والغذائية بشكل واسع كمادة منكهة ومعدلة للحموضة و حافظة طبيعية ومكون رئيسي والنكهة بحيث يصبح متميزا يقارن بالعلامات التجارية المشهورة والتي تباع بأسعار والنكهة بحيث يصبح متميزا يقارن بالعلامات التجارية المشهورة والتي تباع بأسعار منظمة التجارة العالمية.



مخطط(٥): مراحل إنتاج الخل



صورة (2): خل التمور منتج في مختبر الصناعات الغذائية

اقتصاديات إنتاج الخل والكحول

- کلفة معمل لانتاج انواع الکحول المذکورة سابقاً وبطاقة انتاجیة قدرها
 ۹۲۲ طن) یومیا أي ۹۲۲ طن سنوبا علی افتراض ۳۲۲ یوم عمل
 فی السنة وبتقنیة ذات مستوی ۸ من ۱۰ فی قیاس project
 فی المنشا کسوری
 جنوبی)(العبد،۲۰۰۲).
- کلفة مصنع ينتج ۱۹۰۰ طن سنويا خل و۳۰۰۰ طن کحول و۱۰۰ طن
 خميرة و۱۲۰۰ طن ثنائي اوکسيد الکربون تساوي تقريبا ۷،۸ مليون دولار
- يمكن ان يسد ثنائي اوكسيد الكربون حاجة شركات المشروبات الغازية
 المحلية او الحاجات الصناعية الاخرى وكذلك الخميرة الناتجة يمكن
 الاستفادة منها في صناعة المعجنات والخبز.
- نسبة حامض الخليك الذي سيكون في الخل ٤-٥٪ وهي المتعارف عليها
 عالميا وحسب المواصفات المختلفة .
- اشارت دراسات جدوى سابقة الى ان مجموع احتياج دول مجلس التعاون
 الى الخل و الكحول ينمو تصاعديا ابتداء من (٢٨٤١طن خل ، ٨٠٤٥ طن
 كحول) ١٩٩٩ ولغاية ٢٠٠٣ (٣٥٥٣طن خل ، ١٠٠٢٩ طن كحول).
- صناعة الصلصات تشهد نموا كبيرا في بعض دول الخليج كالمملكة العربية السعودية حيث وصل الإنتاج الى ١٠٦ آلف طن سنويا وبقيمة مليار ريال سعودي (McNulty 2001) مما يعني حاجة أكبر للخل الذي هو أحد مكوناتها الرئيسية حيث يؤشر ذلك إلى إمكانية التصدير.

- حاصل Yield إنتاج الخل بتركيز ٥٪ من التمور بواسطة التخمر مباشرة يصل ٣-٤ أضعاف كمية التمور المستعملة أما إذا كان بشكل غير مباشر وعلى اساس الكحول الناتج من تخمير طن واحد من التمور فيكون الحاصل أكثر بكثير.
- مليون جالون كحول يصاحبه انتاج ١٤٤ ألف طن من من Dried- مليون جالون كحول يصاحبه انتاج ١٩٤ ألف طن من من المكانية المكانية المكانية المدة سنة المدة سنة المدة سنة المكانية المكانية كبيرة للإستفادة من مخلفات معامل الكحول.
 - وَ رَيْتَ الْفِيوِزِلِ (نَاتِجِ التَّصَفِيةِ العَرْضِي) يَمْكُن أَن يَسْتَخُدُم في صَنَاعَةِ المُلْمَعَاتُ وَال والوارنيش.

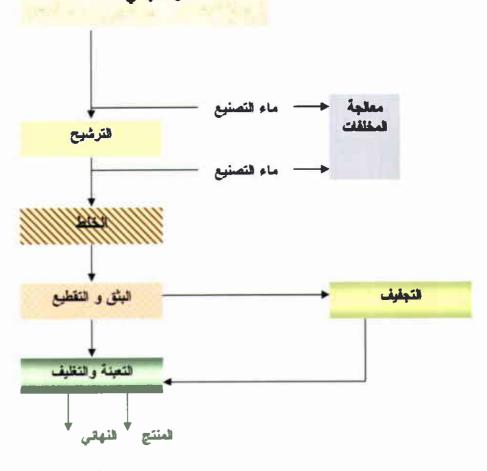
٤,٣ صناعة خميرة الخبز Saccharomyces cereviseae

تعتمد هذه الصناعة على تنمية هذه الأحياء المجهرية في وسط غذائي سكري وكثيرا ما يستعمل المولاس لذلك والذي يمكن استبداله بعصير التمر المراد تصنيعه في ضروف هوائية لإيقاف التخمر الكحولي من خلال تنميتها في مخمرات يضخ بها كميات من الاوكسجين ومغذيات معينة مع مراقبة الأس الهيدروجيني بشكل دقيق(كميات من الاوكسجين ومغذيات امعينة مع مراقبة الأس الهيدروجيني بشكل دقيق(الستخداماتها الإخرى لإجراء التخمير علما بأنها إحدى النواتج الثانوية لإنتاج الكحول. يبلغ انتاج الولايات المتحدة ١٤٥ ألف طن سنويا ٨٥٪ على شكل خميرة طرية مضغوطة Compressed (cream) Yeast والجافة الفعالة عشكل ١١٠ الباقية (Active Dry Yeast تشكل ١١٠ الباقية (ADY) والجافة سريعة الذوبان (Food And Agricultural Industries) يبين خطوات (Food And Agricultural Industries) التصنيع.

عصير التمر

مراحل التخمر

- ١. التخمير المختبري
- ٢. تخمير الخلية النقية
 - ٣. التخمر الوسطى
 - تخمر الذروة
 - التخمر النهائي



المخطط(6) : خطوات تصنيع خميرة الخبز

خميرة العلف Torula yeast :هذا النوع من الخمائر يستعمل كمصدر بروتيني في الأعلاف وأثبتت البحوث الحديثة صلاحيتها كعلف لأسماك المستزرعات المائية (2002) .طريقة الإنتاج تشابه الى حد كبير إنتاج خميرة الخبز. تكثر مصانع خميرة التوريلا في البلدان التي تتميز بزراعة قصب السكر مثل كوبا حيث هناك احدى عشر مصنعا تغطي حاجة البلد البالغة ١٧٠٠٠ طن سنويا.خطوات التصنيع مشابهة لتلك الخاصة بخميرة الخبز.

٤. الصناعات الكيهياوية

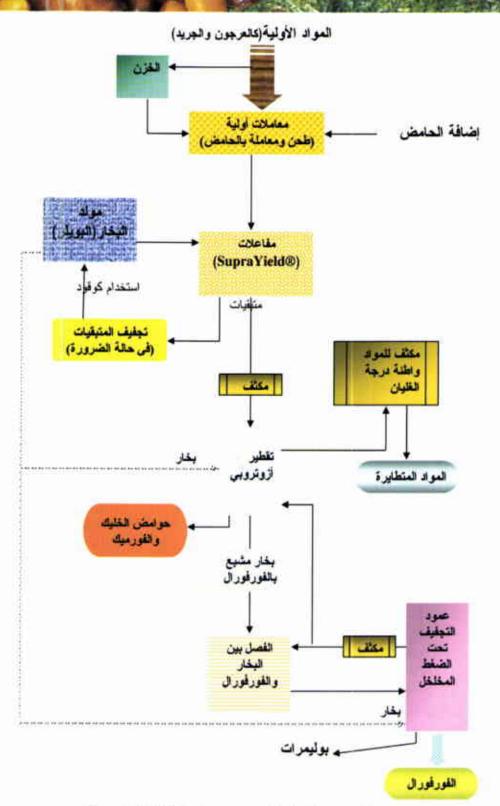
١,٤ الفورفورال

يستعمل الفورفورال في صناعة زيت المكائن و زيت التشحيم و صناعة اللواصق والراتنجات المقاومة والجدير بالذكر أن الأبحاث الحديثة أثبتت أن للفورفورال المالية غير مباشرة للقضاء على النيماتودا (Indirect Nematicide). (Zeitsch,2000) يستعمل مزيج راتنج الفورفورال لمعاملة الأخشاب وحفظها من التلف وبدلا من معاملة النحاس-الكروم-الزرنيخ السامة وكذلك كبديل لبعض المبيدات كالمثيل برومايد و الكاربمات وقد جرب في هاواي و جنوب أفريقيا(Dalin Yebo,2004).

تقنيات التصنيع:

الفكرة الاساسية في تصنيع هذه المادة هي معاملة المواد المحتوية على سلاسل Single) بواسطة الحامض وفي مرحلة واحدة (Pentosan) السكريات الخماسية (Pentosan) بواسطة الحامض وفي مرحلة واحدة (stage) أو مراحل متعددة ثم يفصل الفورفورال بواسطة تقنيات مختلفة احدثها (Supra Yield®) والتي تعتمد على العامل المساعد في الحالة الغازية, (Supra Yield®) كما موضح في المخطط (۷). مصادر البنتوسان هي بقايا قصب السكر المعصور ونشارة الخشب (كيزات) وعرانيص الذرة و الخضروات وكذلك بقايا النخيل التي

يكثر بها الهميسيللوز حيث اثبتت الدراسات السابقة ان أعلى حاصل للفورفورال يمكن الحصول عليه من العرجون Spadix stem بنسبة ١٦.٧٪ والجريد ١٣.٦٪ ووسط الشماريخ ١٣.٩٪ /وقاعدة الورق (القحافه) ١٣.٦٪ واقلها في الخوص ٩.٢٪ من الوزن الجاف لهذه الاجزاء علما بان الطرق التي استعملت للوصول إلى هذه النتائج هي طرق مختبرية تقليدية أي لم تجرب أي من التقنيات الحديثة المستخدمة حاليا (١٩٥٥، FAO).



مخطط (٧):تصنيع الفوفورال بواسطة تقنية (®SupraYield)

اقتصاديات

- يبلغ الإنتاج العالمي السنوي الحالي ٢٥٠ ألف طن سنويا وسعر الطن
 حوالي ألف دولار .
- يعتبر الفورفورال مادة مهمة للدول النفطية لإنها مذيب أساسي يستعمل في تصنيع الكثير من المشتقات البترولية.
- تشير توقعات السوق الحديثة الى أن هناك إمكانية لزيادة الطلب على الفوفورال كمادة لحفظ الأخشاب وبديل للمعاملات الضارة بالبيئة حيث تقدر الكمية بأربعين ألف طن سنويا وكذلك كمضاف للوقود بثمانين ألف طن سنويا.
- المجال الآخر المهم المتوقع لإزدياد الطلب على الفوفورال بسبب صداقته للبيئة كبديل لبعض الكيمياويات الزراعية وخاصة (Nematicide) حيث يبلغ إحتياج الولايات المتحدة وأوروبا واليابان بحوالي ١٥٤ ألف طن سنويا علما بأن الطلب العالمي عليها يقدر ب٢٢٠-٢٧٠ ألف طن سنويا.
- قيمة ماتستهلكه الولايات المتحدة من (Nematicide) يبلغ ٢٩٢ مليون دولار.

٢,٤. حامض الاوكزاليك

وهو حامض عضوي يتكون من ذرتين كاربون $C_2H_2O_4$ يستعمل هذا الحامض في الصناعات الصيدلانية وصناعة النسيج والتصوير وتلميع المعادن والرخام. كذلك له دور مهم في الصناعة التعدينية الخاصة بالمعادن النادرة وهو مادة مختزلة. أخر الإحصائيات المتوفرة لسنة ١٩٩٨ بخصوص الطلب العالمي تشير إلى حوالي 70° الف طن سنويا (Wangcheng 1999).

هناك طرق مختلفة لتحضيره صناعيا تعتمد إحداها على الأكسدة المحطمة للكربوهيدرات بواسطة حامض النتريك HNO3 لذا يمكن نظريا الحصول على هذا

الحامض من أكسدة الدبس وباستخدام حامض النتريك المركز مع وجود عوامل مساعدة. لقد قمنا بتطبيق هذة الفكرة عمليا ووجدنا أن الحاصل يبلغ حوالي ٢٠٪ وقد روعي استيعاب الأبخرة الناتجة عن التفاعل و إعادة إذابتها وذلك بتصميم منظومة إنتاج خاصة (العبد،١٩٩٩). كذلك يمكن الحصول عليه بيوتكنولوجيا وبكلفة أقل بنسبة ٢٥٪ من الطرق المعتمدة الحالية إلا أن قيمة الإستثمار المطلوبة أعلى (2003 ، Podgorski

3,7صناعة الكاراميل

الكراميل هي مادة بنية اللون تكون على شكل مسحوق أو سائل لزج، تستعمل بكثرة في تلوين الغذاء لإضافة اللون البني بدرجاته المختلفة في المشروبات الغازية، والسوائل المقطرة والصيدلانية ولإضافة اللون كذلك إلى الحلوبات ومنتجات المخابز. بلغ الإنتاج السنوي العالمي لهذه الصبغة في سنة ٢٠٠١ حوالي ٢٠٠٠ ألف طن مكونا ١١٪ من سوق الألوان الغذائية العالمي ويزداد الطلب عليها سنويا بمقدار (Downham, 2000). ٣-٢ الميلام علية ويمكن أن تضاف إليه مواد كيماوية معينة كالأمونيا وحامض الكبريتيك 4-2SO4 لتوجيه التفاعل أكثر باتجاه اللون وكذلك يضاف إليه البايسلفايت لتثبيت اللون لانتاج الكاراميل بدون إضافات كيمياوية كثيرة. والصبغة الناتجة أثبتت نجاحها في فحوصات الثباتية الحامضية وأنها ذات مواصفات لونية Space في العدومة تصلح لأن تستخدم كلون غذائي في كثير من الأغذية (العبد، ٢٠٠٤).

0.المعادر

١,٥. العربية

العبد، محمد ، "اتصالات شخصية"، 2002

العبد، محمد و شربة، عبد الحسين، "تصنيع حامض الاوكزاليك من الدبس"، مشروع مقدم لوزارة الصناعة العراقية، بغداد /العراق ١٩٩٩

العبد، محمد والشعيلي، خالـد والعـامري، منصـورة و الرواحـي، فوزيـة، (٢٠٠٤)، "تحضير صبغة الكاراميل من التمور"، قيد النشر.

وزارة الزراعـة والثـروة السـمكية، المديريـة العامـة للتخطـيط وتنمية الاستثمار، دائـرة الإحصـاء والمعلومات، سلطنة عمان٢٠٠٤

وزارة الزراعية والثيروة السيمكية، المديرية العامية للتخطيط وتنمية الاستثمار، دائيرة الإحصياء والمعلومات، سلطنة عمان٢٠٠٤ **Achaerandio, C.**, (2002)," Continuous Vinegar Decolorization with Exchange Resins", *J. of Food Engineering*, 51, 311–317

AGROINVEST, "Preliminary Study, Plant for Processing 500 Kg/H of Dates with Production of Syrup (Dibis) and Liquid Sugar", Budapest, Hungary, 2000

Ashwin, M, "Organic acids"; Regulatory Seminar Corn Refiners Association Inc., Washington, DC, pp91-99, 1995

Asian and Pacific Center for Technology Transfer (APTT), Citric Acid, Production, 2002

Barreveld, W.H, Date Palm Products, FAO Publication, Rom Italy, 1993.

Belitz,H,D,Grosh,W, Food Chemistry, Springer Verlag Berlin Heidelberg, New York, 1999.

Berry, **D.R**., "Physiology of Industrial Fungi, Blackwell Scientific Publications, p140-144, 1988

Center for Waste Disposal (ZEK), Membrane Technology, Technologies and Recycling, 2003

Chemical Profile: Citric Acid, Chemical Marketing Reporter, p37, 1996

Chen, S. L. Chigar. M, "Production of Baker's Yeast", *Comprehensive Biotechnology*, Volume 20, Pergamon Press, New York, NY, 1985.

Ciolino L.A, (1998), "Determination and Classification of Added Caramel Color in Adulterated Acerola Juice Formulations", *J.Agric. Food Chem.*, 46(5) 1746.

Coltrain.D., "Economic Issues with Ethanol", Risk and Profit Conference, Kansas State University, Manhattan, Kansas, August 16-17, 2001

Dalin Yebo Trading (31.3.2004), Web Site.

Dow Liquid Separations, Dowex Monosphere Ion Exchange Resins, Chromatographic Separation Of Fructose And Glucose With Dowex Monosphere Resins, Technical Manuel, 2002

Downham,A, Collins,P(2000)"Colouring Our Foods In The Last And Next Millennium", *International Journal of Food Science and Technology*, 35,[5]22

EPA, Food and Agricultural Industries 1/95

FAO,"Prospects of date palm By-Products and Residues Utilization in the Near East Region", RNE, Cairo-Egypt 1996,p10.

Fellows,P,"Food Processing Technology Principles and Practice", Elis Horwood, New York London Toronto Tokyo,1992

GEA Filtration, Membrane Filtration, 2004

Jones, X.Y. (1987) "Oxalic acid production by fermentation: progress report" CSIRO Division of Fermentation Technology Report FT14 (Melbourne).

Kristiansen, B, Mattey, M., Citric Acid Biotechnology, Taylor & Francis, London Philadelphia, 1999

Lichts, F.O, World Ethanol 2003 and Ethanol Workshop, the Marriot Grosvenor Square, London UK, 5-7/11/2003.

Lurgi Life Science GmbH, High Fructose Syrup Production – Process and Economics, Basel – Chemnitz – Frankfurt/Main – Kuala Lumpur – Memphis – Shanghai, 2004

Lurgi life science GmbH, Starch Saccharification Technology Basel – Chemnitz – Frankfurt/Main – Kuala Lumpur – Memphis – Shanghai 2004

McNulty.B(2001), Sauces and Spreads Saudi Arabia, *Gulf Marketing Review* Nan.L, Best.G., Neto.C., "Ethanol Production From Sweet Sorghum", Integrated Energy Systems In China - The Cold Northeastern Region Experience, FAO Rom 1994

Olvera-Novoa, M.A. Martínez-Palacios, C.A., Olivera-Castillo. L., (2002)," Utilization Of Torula Yeast (*Candida Utilis*) As A Protein Source In Diets For Tilapia (*Oreochromis Mossambicus* Peters) Fry", *Aquaculture Nutrition*, 8; 4, p 257

Paillat,D, Cotillon, M. Theoleyer, M.," Technology of Chromatographic Separation In Glucose Syrup Processes", Association AVH – 7e Symposium – Reims, France mars 2000.

Paugam, J.A., Smith, B.D. (1996), "Fructose Separation by Using Microporous Polypropylene- Supported Liquid Membrane", Chem. Commun., 2539.

Podgorski,W, Lesniak.W., "Oxalic Acid Production By Aspergillus niger", Tatranské Matliare, Slovak Republic, May 26 – 30, 2003

Rossite, G.J., (1999), "Chromatography in Sugar Process", CSEP Chromatography

Saravacos, G, Kostaropoulos, A, "Hand Book of Food Processing Equipment", Kluwer Academic, New York, 2002

Sugar Milling Research Institute, Library Abstracts, University of Natal, 4041 Durban, June 2002

Vogelbusch, Enrichment of High Fructose Syrup - an example for a new chromatography application, Austria 2002

Wangcheng, L. (1999) Prospect of Oxalic Acid. High Beam Research

Yigitoglu, M., (1992),"Production of Citric Acid by Fungi", *Journal of Islamic Academy of Sciences*, 5:2, 100-106

Zeitsch, K. J. The Chemistry and Technology of Furfural and Its Many By-Products; Elsevier: Amsterdam, 2000.

Zeitsch, K. J., (2000)"Furfural Production Needs Chemical Innovation", *Chem. Innov.*, 30 (4), 29–32.

Zhongping,C, Letter subj.New Technology (HFS feasibility in China),in Geocrawler.

حقوق الطبع محفوظة رقم الإيداع ١٥٥/٥٠٨