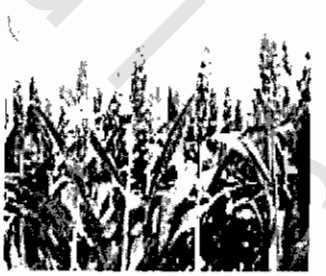
الباب الثالث

محاصيل السكر



obeikandl.com

obeikandl.com

محاصيل السكر

تعد المصادر الأساسية للسكر فى مختلف أنحاء العالم هى قصب السكر وبنجرالسكر ثم يليها فى ذلك الذرة ، كما تنتج كمية قليلة من السكر من شراب القيقب maple syrup والذرة الرفيعة وعسل النحل. وينمو قصب السكر أساسا فى المناطق ذات المناخ شيه الإستوائى أو الإستوائى من العالم بينما يتم إنتاج بنجر السكر فى المناطق الباردة أو المعتدلة. وتبين الجداول (٣-١، ٣-٢) حصرا بالعشرين دولة الأولى فى إنتاج قصب السكر وبنجر السكر عالميا حسب كمية الإنتاج والعائد المادى من الإنتاج لعام ٢٠٠٥م كما جاء فى تقريرمنظمة الأغذية والزراعة – الفاو ، والذى يوضح أن مصر تقع ضمن هذه الدول ، وتشغل المركز الخامس عشر فى إنتاج قصب السكر ، والمركز السابع عشر فى إنتاج بنجر السكر .

قصب السكر

يعد نبات قصب السكر Sugar cane من النباتات المعمرة التى تتبع العائلة النجيلية Graminaceae والإسم العلمى له *Saccharin officinarum* (شكل ٣-١) ، وهو من النباتات الإستوائية ، ومصدره الأساسى قارة آسيا حيث كان يزرع فى الحدائق منذ أكثر من ٤٠٠٠ عام ، ثم بدأ تصنيع السكر من قصب السكر فى الهند عام ٤٠٠ قبل الميلاد تقريبا. كما أنه من المعتقد أن نشأة قصب السكر أساسها شمال شرق الهند إلا أنه يزرع اليوم فى المناطق الإستوائية وشبه الإستوائية فى مختلف أرجاء المعمورة. وقصب السكر من النباتات الطويلة التى يصل فيها طول النبات الكامل النمو ٤-٦أمتار ، كما يتراوح قطر الساق ما ٣-٨ سم ، ومتوسط وزن الساق حوالى ١,٥ كيلوجرام فى حالة النمو الطبيعى وتعطى هذه الساق حوالى ١٥٠ جرام من السكر .

جدول (٣-١): بيان بالعشرين دولة الأولى فى إنتاج قصب السكرعالميا يوضح كمية الإنتاج والعائد المادى من الإنتاج لعام ٢٠٠٥م *

م	اسم الدولة	الإنتاج (طن متري)	الإنتاج (١٠٠٠ دولار أمريكى)
١	البرازيل	420,121,000	8,725,914
٢	الهند	232,320,000	4,825,286
٣	الصين	88,730,000	1,819,452
٤	تايلاند	49,572,000	1,029,610
٥	باكستان	47,244,100	981,260
٦	المكسيك	45,126,500	937,277
٧	كولومبيا	39,849,240	827,669
٨	أستراليا	38,246,000	794,369
٩	الفلبين	31,000,000	643,870
١٠	الولايات المتحدة الأمريكية	25,803,960	535,948
١١	إندونيسيا	25,500,000	529,635
١٢	جنوب افريقيا	21,725,100	451,230
١٣	الأرجنتين	19,300,000	400,861
١٤	جواتيمالا	18,000,000	373,860
١٥	مصر	16,335,000	339,278
١٦	فيتنام	15,000,000	311,550
١٧	كوبا	12,500,000	259,625
١٨	جمهورية فنزويلا	8,800,000	182,776
١٩	بيرو	7,100,000	147,467
٢٠	الجمهورية الإسلامية الإيرانية	6,500,000	135,005

* تقريرمنظمة الأغذية والزراعة FAO عام ٢٠٠٥.

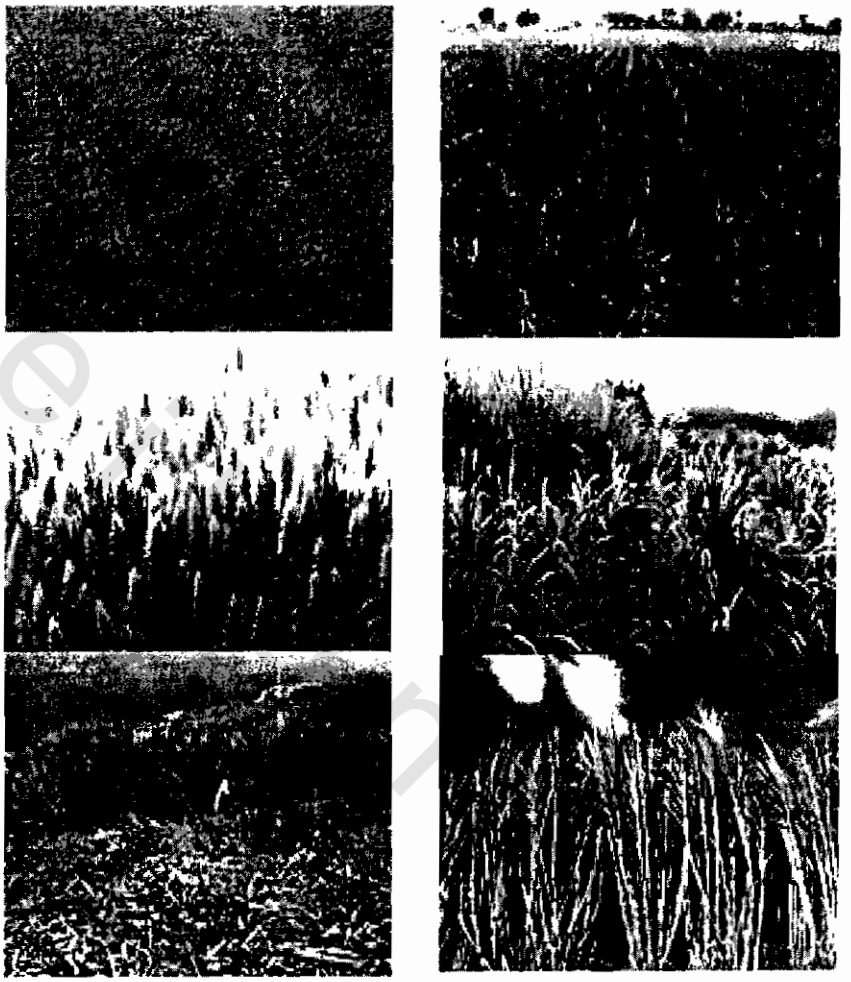
* تم إحتساب العائد المادى للإنتاج (١٠٠٠ دولار أمريكى) طبقا للأسعار السائدة عالميا فى الفترة من عام ١٩٩٩ وحتى عام ٢٠٠١.

جدول (٣-٢): بيان بالعشرين دولة الأولى فى إنتاج بنجر السكر عالميا يوضح كمية الإنتاج والعائد المادى من الإنتاج لعام ٢٠٠٥م *

م	اسم الدولة	الإنتاج (طن متري)	الإنتاج (١٠٠٠ دولار أمريكى)
١	فرنسا	29,303,000	1,348,817
٢	ألمانيا	25,427,000	1,170,405
٣	الولايات المتحدة الأمريكية	24,724,410	1,138,064
٤	روسيا الإتحادية	21,520,000	990,566
٥	أوكرانيا	15,620,600	719,016
٦	تركيا	13,500,000	621,405
٧	إيطاليا	12,000,000	552,360
٨	بولندا	10,972,030	505,042
٩	الصين	7,910,000	364,097
١٠	المملكة المتحدة	7,500,000	345,225
١١	أسبانيا	6,676,900	307,338
١٢	هولندا	5,750,000	264,672
١٣	بلجيكا	5,606,025	258,045
١٤	الجمهورية الإسلامية الإيرانية	4,850,000	223,246
١٥	المغرب	4,560,000	209,897
١٦	اليابان	4,200,000	193,326
١٧	مصر	3,429,535	157,862
١٨	جمهورية التشيك	3,189,740	146,824
١٩	المجر	3,108,150	143,068
٢٠	بيلاروس	3,070,000	141,312

* تقريرمنظمة الأغذية والزراعة FAO عام ٢٠٠٥.

* تم إحتساب العائد المادى للإنتاج (١٠٠٠ دولار أمريكى) طبقا للأسعار السائدة عالميا فى الفترة من عام ١٩٩٩ وحتى عام ٢٠٠١.



شكل (٣-١): نبات قصب السكر بدءا من مرحلة الزراعة وحتى مرحلة الحصاد

تصنيع قصب السكر

برغم أن عملية تصنيع قصب السكر تعد من الصناعات المعقدة نسبيا ، إلا أنه يمكن تلخيصها (شكل ٣-٢) فى الآتى : عند وصول قصب السكر إلى درجة النضج المطلوبة يتم حرق حقول القصب قبل الحصاد بيوم واحد للتخلص من الأوراق الميتة بغرض تسهيل عمليات الحصاد واستخلاص العصير ، ثم يعقب ذلك قطع العيدان يدويا

مرحلة التقطيع

مرحلة النقل إلى المصنع

مرحلة التصنيع والمنتج النهائى

شكل (٣-٢): تصنيع قصب السكر
(التقطيع – النقل – التصنيع – المنتج النهائى)

أو آليا ونقلها إلى المصنع. يتم إستخراج العصير بالكبس بتهشيم العيدان بين عصارات ثقيلة ، كما يتم إضافة كميات صغيرة من الماء للألياف ويعاد عصرها بغرض زيادة كفاءة عمليات العصر والحصول على أكبر كمية ممكنة من السكر، ثم يعقب ذلك إجراء عملية تسخين العصير لتبخير الماء وتركيز العصير وينتج عن ذلك مادة بنية اللون متبلورة تسمى السكر الخام . تجرى مرحلة التكرير للسكر الخام الناتج بغرض إزالة الشوائب وتحسين اللون لينتج السكر الأبيض المكرر الذى يباع للإستهلاك الآدمى .

أما بالنسبة للألياف النباتية المتبقية بعد إستخراج العصير والتى تسمى بالمصاصة، والتى تتكون من الماء (نصف وزنها تقريبا) والباقى مادة جافة تحتوى على نسبة صغيرة من السكر التى لم يتم إستخراجها من النباتات ، ولذا يتم توجيها إلى بعض الصناعات التكاملية مثل إستخدامها لإنتاج الكحول الصناعى المعروف بالفورفورال ، أو تصنيع ألواح الخشب الحبيبى، كما قد تستخدم كمادة مالئة لتغذية الماشية، وفى حالة عدم استغلالها على الوجه الأكمل يتم حرقها كوقود .

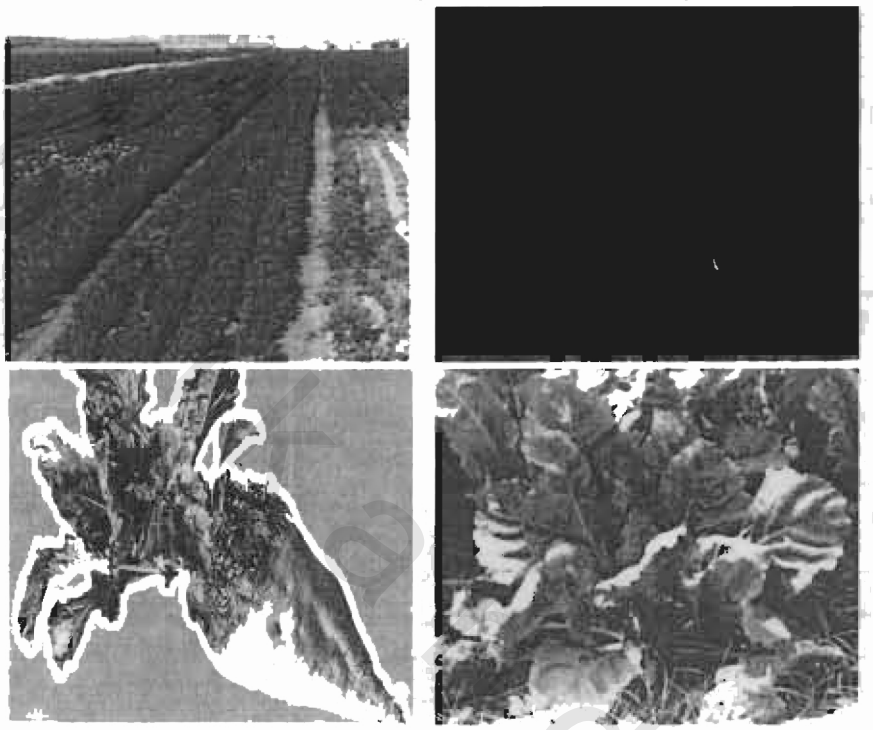
obeikandl.com

بنجر السكر

يعد بنجر السكر Beet, *Beta vulgaris* L. ssp. vulgris واحدا من محاصيل الخضر الهامة التى تتبع العائلة الرمرامية *Chenopodiaceae* (شكل ٣-٣) ، والتى تضم حوالى ١٠٠ جنس ، ١٤٠٠ نوع ، معظمها أعشاب حولية وبعضها ذو حولين والآخر معمر . كما تنمو بعض الأنواع التابعة لتلك العائلة النباتية بالقرب من شواطئ البحار نظرا لمقاومة الكثير منها للملوحة. ويعتقد أن الموطن الأصلى للبنجر هو أوربا وشمال أفريقيا حيث عرفه قدماء الإغريق والرومان . كما يعد البنجر نبات عشبى ذو موسمين للنمو، حيث يكمل النبات النمو الخضرى فى موسم النمو الأول ثم يتجه نحو الإزهار فى موسم النمو الثانى بعد أن يحصل على حاجته من درجات الحرارة المنخفضة (البرودة) .

وتتبع الدورة الثلاثية أو الرباعية أى يجب زراعة بنجر السكر بنفس التربة مرة كل ٣ أو ٤ سنوات حتى يمكن المحافظة على خصوبة التربة وتقليل إنتشار الأمراض والحشرات خاصة الإصابة بالنيماتودا التى تتطلب علاج التربة منها تكاليف باهظة . ويعد أفضل ميعاد لزراعة بنجر السكر فى مصر هو منتصف سبتمبر إلى منتصف نوفمبر،كما يمكن التبكير فى الزراعة خلال شهر أغسطس مع مراعاة اليقظة التامة فى مقاومة دودة ورق القطن فور ظهور الإصابة بها، كما يمكن التأخير فى زراعتة حتى نهاية شهر نوفمبر. وتتم الزراعة على عروات مختلفة تبدأ من أول سبتمبر إلى أول ديسمبر مما يتيح الفرصة لتلبية إحتياجات مصانع السكر لفترات طويلة خلال العام .

وتتم خدمة الأرض بإجراء الحرث المتعامد على عمق ٣٠ سم، ثم التزحيف والتسوية والتخطيط بمعدل ١٢-١٤ خط فى القصبتين ثم الزراعة باستخدام الآلات المخصصة لزراعة بنجر السكر ، وتتم الزراعة ببذرة واحدة فقط من التقاوى وحيدة الأجنة المغلفة أو المعراة (١-١,٢٥ كيلوجرام/فدان) على مسافات منتظمة (١٥-٢٠ سم) وعلى عمق ثابت (١-٢ سم). وتتلخص أهم عمليات خدمة النبات فى العزيق الذى يعتبر من أهم العمليات التى تؤدى الى زيادة المحصول بدرجة كبيرة كما ونوعا، ويحتاج محصول البنجر إلى ٣ عزقات، والتسميد حيث تتطلب زراعة محصول بنجر السكر كميات الأسمدة التالية للفدان الواحد (١٠٠-٢٠٠ كجم سوبر فوسفات ١٥,٥ % + ٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم + ٢٠٠ - ٣٠٠ كجم يوريا ٤٦,٥% حسب نوع التربة). أما الرى فتبلغ إحتياجات بنجر السكر المائية عند إستخدام طرق الرى الحديثة كالرى بالرش أو التنقيط حوالى ٥٠٠-٧٠٠ م٣/فدان. كما يمكث محصول بنجر السكر بالأرض من ١٨٠-٢١٠ يوم أى من ٦-٧ شهور ليتم بعدها الحصاد .



شكل (٣-٣): نبات بنجر السكر بدءا من مرحلة الإنبات وحتى مرحلة الحصاد

الأهمية الإقتصادية لزراعة بنجر السكر

تتمثل الأهمية الإقتصادية لزراعة بنجر السكر فى العديد من النقاط الهامة التى تجعل منه واحدا من أهم محاصيل الخضر على الصعيدين المحلى والعالمى وهى كما يلى :

- يعتبر بنجر السكر المحصول الثانى لإنتاج السكر فى العالم بعد قصب السكر، حيث يبلغ إنتاج السكر من البنجر ٤٠ – ٥٠ % من جملة الإنتاج العالمى للسكر. كما تجود زراعته فى دول العالم ذات المناخ المعتدل بما فيها مصر .
- نجاح تجربة زراعة البنجر فى الأراضى المستصلحة الجديدة الرملية منها أو الجيرية أو الملحية تحت نظم الرى الحديثة والمطورة ترشيدا لإستخدام المياه وتقليل تكلفة الصرف وحماية الأراضى والمحافظة عليها من التدهور .

- يمكث محصول بنجر السكر بالأرض من ١٨٠-٢١٠ يوم أى من ٦-٧ شهور فقط ، مما يتيح الفرصة لتناوبة فى الزراعة مع محصول صيفى آخر وتعظيم الإستفادة من وحدة المساحة .
- يعد بنجر السكر من المحاصيل التى تم ميكنتها بالكامل بدءا من الزراعة وحتى الحصاد، مما يجعلة من المحاصيل المناسبة للزراعة بمناطق الإستصلاح الجديدة التى تعانى غالبا من نقص فى الأيدى العاملة .
- إضافة محصول بنجر السكر لخريطة الإنتاج المحصولى بالأراضى الجديدة يؤدى إلى تشجيع الجمعيات الزراعية القائمة لإستكمال الإستصلاح وزراعة البنجر الذى يعد النواة الأساسية لإقامة صناعة السكر والصناعات التكاملية بتلك المناطق .
- توفير فرص عمل لعشرات الآلاف التى سوف تعمل فى أنشطة الزراعة وتجميع المحصول ونقله بالجرارات واللوارى وخدمات فرعية أخرى .
- الإستفادة من المخلفات الحقلية لنبات بنجر السكر التى تتمثل فى الأوراق وقمم الجذور وذلك لإنتاج الأعلاف الخضراء (السيلاج) التى تستخدم فى تغذية حيوانات المزرعة مما يتيح الفرصة لتاسيس مشاريع الإنتاج الحيوانى بتلك المناطق .
- ينتج عن تإسيس صناعات حيوية واستراتيجية عديدة قائمة على زراعة بنجر السكر بالمنطقة إلى خلق مجتمع عمرانى وجذب سكانى ومركز حضارى جديد .

الصناعات الإستراتيجية القائمة والممكن إقامتها مستقبليا على محصول بنجر السكر

فى هذا الجزء سوف نقوم بإستعراض ملخصا لبعض الدراسات الهامة التى قمنا بالمشاركة فى إنجازها من قبل لصالح بعض جهات القطاع الخاص والتى تتضمن المحاور الرئيسية لكيفية التعامل مع محصول بنجر السكر صناعيا (شكل ٣-٤) ، وكذلك إعطاء فكرة مبسطة عن بعض الصناعات الإستراتيجية الهامة القائمة بالفعل وأيضا التى من الممكن إقامتها فى المستقبل وتعتمد جميعها على زراعة هذا المحصول الهام .

أولا، الذبات الكامل،

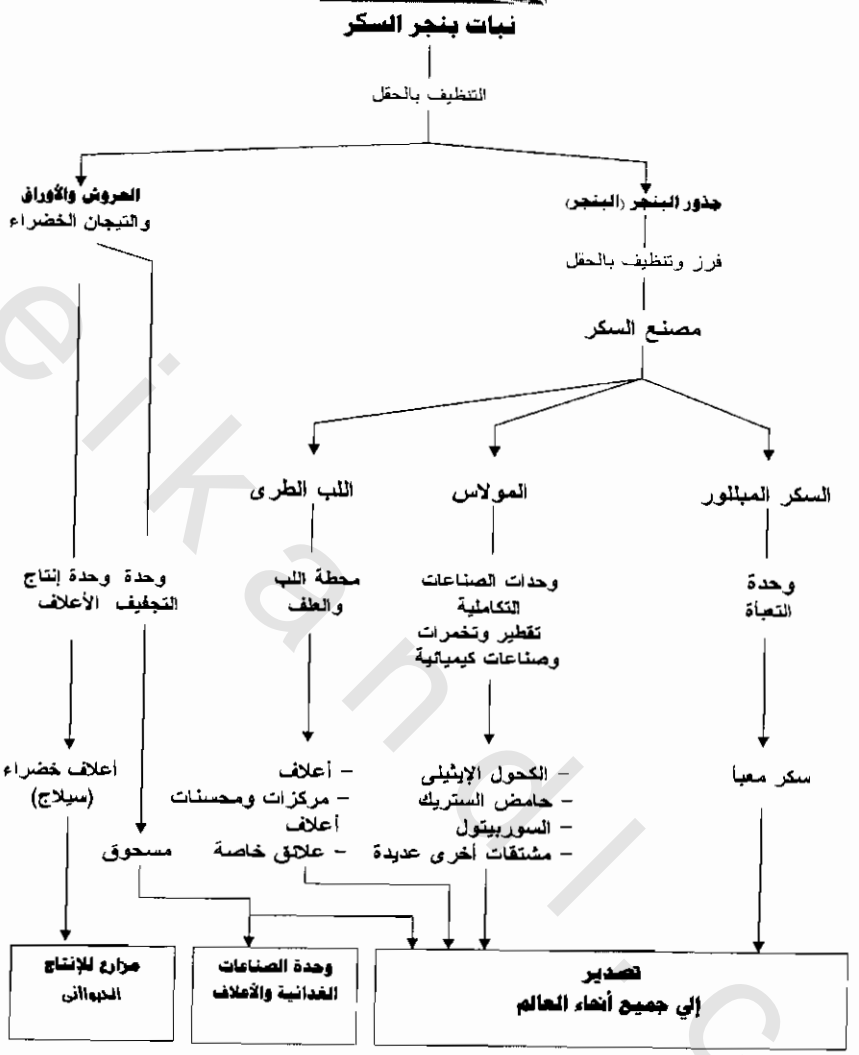
يتم إزالة العروش والأوراق والتيجان الخضراء بالحقل، كذلك يتم فرز الجذور لإزالة التالف منها ثم تنظيفها من بقايا التربة والمواد الغريبة، ليتم بعد ذلك توجيه كل جزء إلى الصناعة المناسبة كما هو موضح بالشكل التخطيطى المرفق .

ثانيا: الجذور

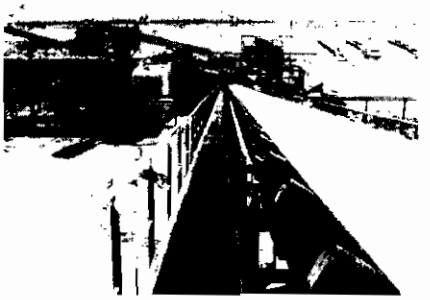
يطلق على الجذور مجازا " البنجر" وذلك لكونها الجزء الإقتصادى الذى يزرع النبات من أجله، حيث يتم توجيهها مباشرة إلى المصنع لتمر بالمراحل المختلفة لتصنيع السكر من البنجر ، وتكون النواتج على النحو التالى :

- **السكر المبللور** : ينتج عن مرور البنجر بمراحل التصنيع المختلفة بداخل مصنع السكر (شكل ٣-٥)، حيث يتم تعبئته وتوجيهه إلى الأسواق المحلية أو العالمية للإستهلاك المباشر، وتبلغ نسبته حوالى ١٤ – ١٥% من وزن البنجر الخام .
- **المولاس** : ينتج كمكون ثانوى أثناء مراحل تصنيع السكر من البنجر وبالتحديد خلال مراحل طبخ الشربات المركز لتحويلة إلى بللورات السكر، وتبلغ درجة تركيزة ٨٢ بركس، ونقاوته ٥٨-٥٩%، ويتم توجيهه إلى وحدات الصناعات التكاملية (التقطير والكيماويات والتخمير) لإنتاج الكحول وحامض الستريك والسوربيتول وغيرها، وجميعها تعد من السلع الإستراتيجية الهامة على النطاقين المحلى والعالمى .

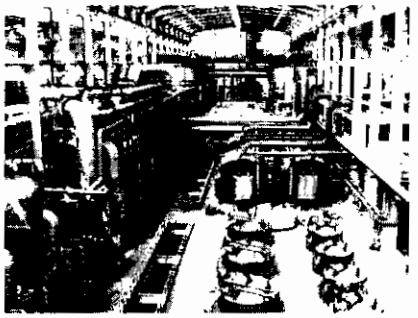
obeikandl.com



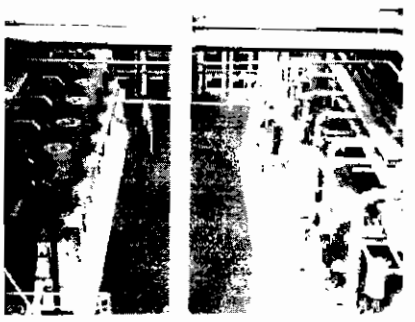
شكل (٣-٤) : المحاور الرئيسية للتعامل مع محصول بنجر السكر صناعيا



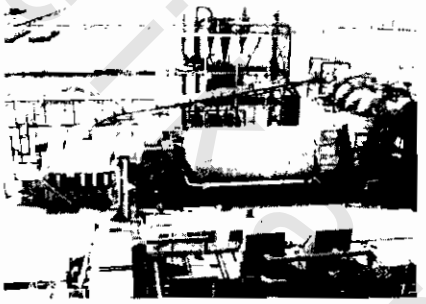
وحدة الإستلام والغسيل



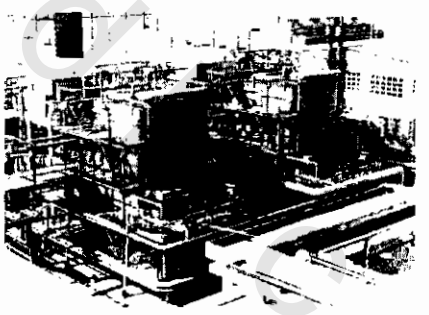
وحدة التركيز



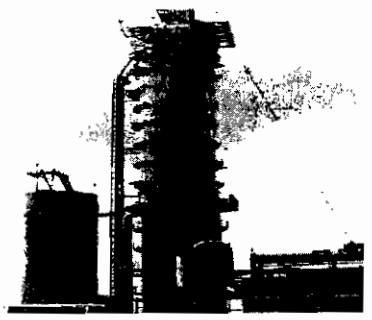
وحدة تصنيع اللب



وحدة معالجة المخلفات



وحدة توليد البخار



برج تنشيط الحجر الجيرى

شكل (٣-٥) : بعض الوحدات المكونة لإحدى مصانع إنتاج السكر الخام من البنجر

- **اللب الطرى:** ينتج كمكون ثانوى أثناء مراحل تصنيع السكر من البنجر وبالتحديد خلال مراحل إستخلاص العصير السكرى من شرائح البنجر بداخل عنابر الإنتشار، ويتم توجيههة إلى محطة اللب والعلف لإنتاج الأعلاف ومركزات ومحسنات الأعلاف والعلائق الخاصة والتى يتوافر عليها الطلب محليا وعالميا .

ثالثا، العروش والأوراق والتيجان الخضراء،

تجفف شمسيا إلى درجة الرطوبة المناسبة ثم توجه إلى وحدة إنتاج الأعلاف الخضراء (السيلاج)، أو يتم تحويلها إلى مسحوق بداخل وحدة التجفيف الصناعى ثم توجه إلى وحدات للصناعات الغذائية والأعلاف .

الصناعات التكاملية

يمكن إنتاج الكحول الإيثيلى وحامض الستريك والدكستروز من المولاس والذى يعد أحدى المكونات الثانوية التى تنتج أثناء مراحل تصنيع السكر من البنجر وبالتحديد خلال مراحل طبخ الشربات المركز لتحويلة إلى بللورات السكر ، وتبلغ درجة تركيزالمولاس ٨٢ بركس، ودرجة نقاوته ٥٨-٥٩ وذلك للأسباب التالية :

- تعظيم الإستفادة من المولاس كأحد النواتج الثانوية المتخلفة عن صناعة السكرعن طريق استخدامة كمادة أولية أساسية فى العديد من الصناعات الإستراتيجية الهامة.
- تعد المواد الناتجة عن تلك الصناعات مثل الكحول الإيثيلى وحامض الستريك والسوربيتول وغيرها من السلع الإستراتيجية الهامة التى يتزايد بإستمرار عليها الطلب محليا وعالميا .
- يعد تأسيس تلك الصناعات خاصة (إنتاج السوربيتول وحامض الستريك) ضرورة ملحة فى دول العالم الثالث ، حيث أن العمل فى هذه الصناعات كان وما زال محتكرا بواسطة دول العالم المتقدم .
- تعد وحدات الإنتاج المكونة لتلك الصناعات من التكنولوجيات البسيطة والغير مكلفة نسبيا خاصة بعد أن تقدمت التكنولوجيات المكونة لها عالميا .

أ- إنتاج الكحول الإيثيلى من المولاس:

تتمثل الأهمية الإستراتيجية للكحول (شكل ٣-٦) فى أنه يعد من أكثر المذيبات العضوية الهامة التى تستخدم على نطاق واسع فى عدد هائل من التطبيقات العلمية المختلفة فى المجالات الكيميائية والطبية والصناعية. كذلك يعتبر الكحول الإيثيلى المادة الأولية الأساسية للعديد من الصناعات الإستراتيجية الهامة فى العالم مثل الخمور والأدوية وغيرها .

المولاس

(مكون ثانوى أثناء مراحل تصنيع سكر البنجر)

↓

ضبط تركيز السكر

(١٠-١٨%)

↓

تجهيز بيئة التخمير

١- إضافة كبريتات الأمونيوم + فوسفات الأمونيوم

٢- ضبط درجة الحموضة pH ٤,٨ – ٥ بإضافة حامض الكبريتيك أو اللاكتيك

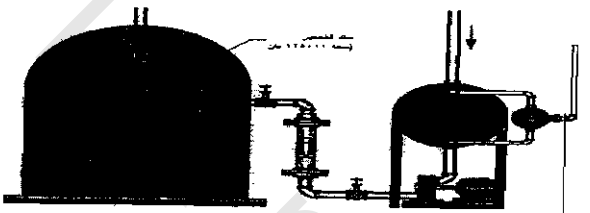
↓

التخمير

١- إضافة الخميرة (*S. cerevisiae or S. ellipsoideus*) بمعدل ٤%

٢- ضبط درجة الحرارة ٢١ – ٢٧ درجة مئوية

٣- التهوية العالية



مرور ٤٨ ساعة ترفع الحرارة إلى ٣٠ درجة

تبخير

مرحلة الكربنة

إلى مصنع السكر

ثانى أكسيد الكربون

كحول إثيلى خام

تكرير

كحول إثيلى نقى

مطابق للمواصفات القياسية العالمية

مشتقات أخرى

(كحول آميل - أيزو آميل- جليسرول)

شكل (٣-٦): رسم تخطيطى لخطوات تصنيع الكحول الإثيلى ومشتقات أخرى من المولاس

ب- إنتاج حامض الستريك من المولاس:

تتمثل الأهمية الإستراتيجية لحامض الستريك (شكل ٣-٧) فى أنه يعتبر من أكثر الأحماض العضوية الهامة التى تستخدم على نطاق واسع كمحمضات Acidulants فى مجال الصناعات الغذائية والصيدلانية. كما يعد حامض الستريك ضمن المواد الأولية الأساسية والهامة التى تلزم العديد من الصناعات الهامة مثل المياه الغازية واللدائن Plasticizers وغيرها، كذلك يستخدم على نطاق واسع كعامل مخلبى Chelating and/or Sequestering agent ، مما أدى إلى توسيع قاعدة إستخدامه فى العديد من الصناعات الهامة كالمبيدات الزراعية والأسمدة الكيميائية .

جـ- إنتاج الدكستروز من المولاس:

تتمثل الأهمية الإستراتيجية للدكستروز (شكل ٣-٨) فى أنه يعتبر من أكثر السكريات الحيوية الهامة التى تستخدم على نطاق واسع فى مجال صناعات الدواء والأغذية الخاصة وغيرها ، كما أن لعائد المادى العالى من هذه الصناعة والذى يزيد عن ٤٠٠ % يجعلها من الصناعات الإستراتيجية الهامة التى تم إحتكارها لدى دول العالم المتقدم .

obeikandl.com

المولاس

(مكون ثانوى أثناء مراحل تصنيع سكر البنجر)

↓

ضبط تركيز السكر

(١٠-٢٠%)

↓

تجهيز بيئة التخمير

١- إضافة نترات الأمونيوم + كبريتات الماغنيسيوم + فوسفات البوتاسيوم

٢- إزالة المعادن بواسطة التخليب سيانيد الحديدوز أو الحديديك

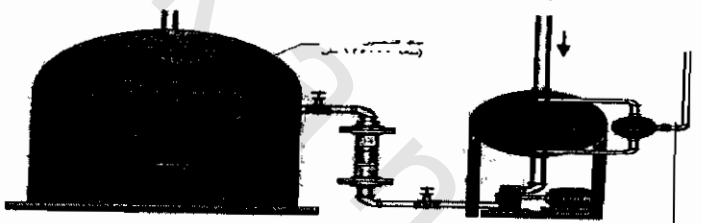
٢- ضبط درجة الحموضة pH أقل من ٤ بإضافة حامض الهيدروكلوريك

↓

التخمير

١- إضافة الفطر (*Aspergillus niger*)

٢- ضبط درجة الحرارة ٢٨ - ٣٠ درجة مئوية



مرور ٧-١٠ أيام

حامض الستريك ← ابراج التجليف → **حامض الستريك النقى**

مطابق للمواصفات القياسية العالمية

↓

مشتقات أخرى

شكل (٣-٧): رسم تخطيطى لخطوات تصنيع حامض الستريك ومشتقات أخرى من المولاس

المولاس

(مكون ثانوى أثناء مراحل تصنيع سكر البنجر)

↓

ضبط تركيز السكر

(١٥-٢٠%)

↓

تجهيز بيئة التحلل

١- إضافة فوسفات البوتاسيوم + كبريتات الماغنيسيوم

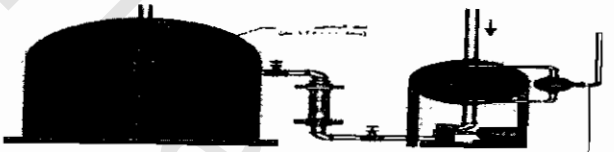
٢- ضبط درجة الحموضة pH بإضافة حامض الكبريتيك أو اللاكتيك

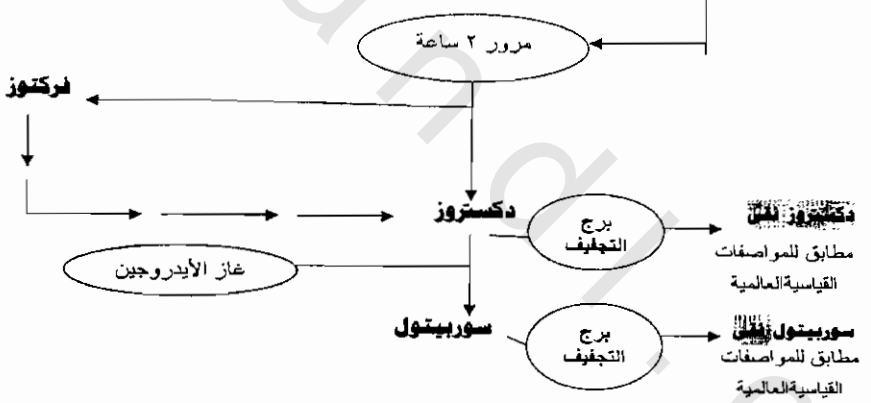
↓

التحلل الإنزيمى

١- إضافة انزيم الإنفرتيز Invertase

٢- ضبط درجة الحرارة ٣٤- ٣٨ درجة مئوية





شكل (٣-٨): رسم تخطيطى لخطوات تصنيع الدكستروز ومشتقات أخرى من المولاس

الإستفادة من مخلفات الحقل والتصنيع لبنجر السكر فى تصنيع الأعلاف الحيوانية والصناعات الغذائية الآدمية

يتم التعامل مع مخلفات الحقل والتصنيع لبنجر السكر من خلال محورين رئيسيين هما :

أولا:

مخلفات يتم تصنيعها مباشرة الى أعلاف خضراء (سيلاج) وتستخدم فى تغذية مختلف حيوانات المزرعة مثل الماشية والأغنام. وتشمل تلك المخلفات الأوراق والتيجان الخضراء لبنجر السكر وذلك بهدف تعظيم الإستفادة من الأوراق والتيجان الخضراء لنبات بنجر السكر، والتى كانت تعد أحد النواتج الثانوية المتخلفة عن الزراعة وتحويلها الى أعلاف خضراء ذات قيمة إقتصادية عالية. كذلك إرتفاع القيمة الغذائية للسيلاج الناتج، والتى تتمثل فى محتواه العالى من السكريات البسيطة والبروتينات (سهلة الإمتصاص) والأملاح المعدنية والفيتامينات مما يزيد من معامل الإستفادة من الغذاء، كذلك غناها بالعديد من الفيتامينات التى تعمل كمساعدات للإنزيمات الهامة Co-enzymes فى عمليات تمثيل الطاقة . هذا إضافة إلى ان وحدة إنتاج الأعلاف الخضراء تعد من التكنولوجيات البسيطة غير المكلفة وذات العائد الإقتصادى الكبير .

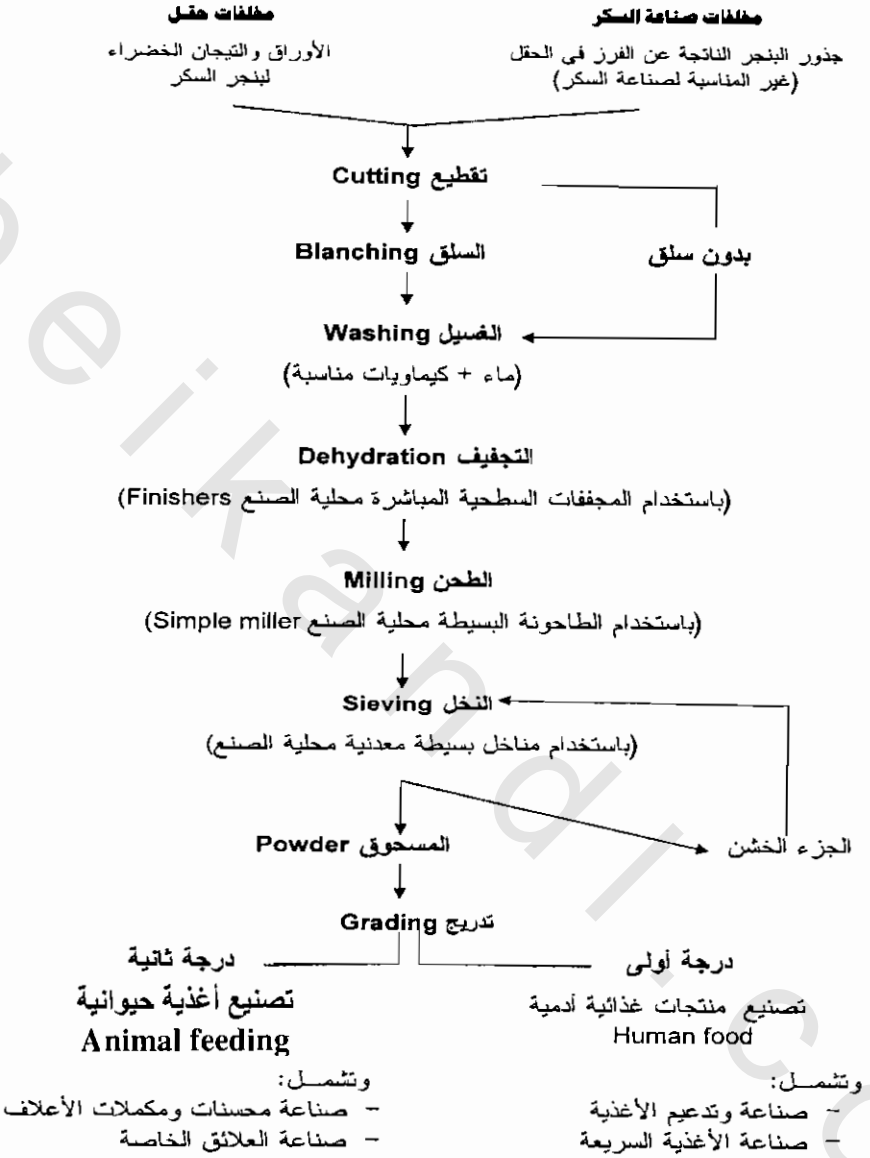
ويمكن تلخيص طريقة تصنيع الأعلاف الخضراء (السيلاج) من الأوراق والتيجان الخضراء لبنجر السكر فى الخطوات التالية :

- تترك الأوراق والتيجان الخضراء لنبات البنجر لمدة ٣-٤ يوم فى الأرض بعد إزالة الدرنات منها وذلك بهدف خفض نسبة الرطوبة بها .
- يتم عمل حفرة فى الأرض بعمق واحد متر ثم تفرش بقش الأرز، ثم تجمع الأوراق والتيجان الخضراء وترص فى الحفرة على صورة طبقة منتظمة بإرتفاع ٣٠ سم، وينثر على الطبقة السابقة المكونات التالية: مجروش الذرة الأصفر + بودرة البلاط + العسل الأسود ثم يمر عليها الجرار الزراعى ٣-٤ مرات للتخلص من أى آثار للفراغات البينية الممتلئة بالهواء .
- تكرر الطبقات لأعلى بنفس الطريقة السابقة حتى تصل فى الغالب إلى ٧-١٠ طبقات، بعدها تغطى الكومة من أعلى ومن الجوانب بواسطة مشمعات البلاستيك النايلون، ثم يوضع أعلى الغطاء طبقة من الرمل الناعم بإرتفاع ٣٠ سم .
- تترك الكومة لمدة ٦ أسابيع ، ثم تكشف من أحد الجوانب ليتم تغذية الحيوانات عليها بدءا من الأسبوع السابع .

ثانيا،

مخلفات يتم تصنيعها بطريقة غير مباشرة ، كما هو الحال بالنسبة للأوراق والتيجان الخضراء لبنجر السكر وكذلك بعض مخلفات الصناعة مثل جذور البنجر الناتجة عن الفرز فى الحقل (غير المناسبة لصناعة السكر) والتى سيتم تجفيفها أولا باستخدام المجففات السطحية لتحويلها الى مساحيق غذائية (شكل ٣-٩) تستخدم بنجاح فى رفع مستوى الأحماض الأمينية والأملاح المعدنية والفيتامينات فى العلائق مما يزيد من معامل الإستفادة من الغذاء، وكذلك فى رفع مستوى الأحماض الأمينية المحددة للنمو بالعلائق الغذائية. هذا إضافة إلى أن هذا المسحوق يعد غنيا بالعناصر المعدنية مثل الحديد والسيلينيوم والفيتامينات مثل فيتامين هـ والتي تعالج ضعف الخصوبة Infertility وتشوهات العظام Muscular dystrophy وجنون الدواجن Encephalomalacia (Crazy chick disease) وذلك من خلال عملها كمضادات أكسدة طبيعية . كما قمنا أخيرا بتحليل تلك المخلفات ووجدنا أنها غنية بالمركبات الفينولية والكبريتية الهامة (أكثر من ٣٠ مركب) التى تعمل كمضادات أكسدة طبيعية ثبت فاعليتها فى العديد من النواحى الهامة منها : حماية الحيوانات من الإصابة بالأمراض المعدية، تزيد من الإستجابة المناعية للحيوانات Immune response، تخفيف التأثيرات السمية الضارة الناتجة عن التغذية على العلائق الملوثة بالأفلاتوكسينات. لذلك يتم توجيه هذا المسحوق الى الصناعة المناسبة على النحو التالى :

- مسحوق عالي الجودة: توجه لصناعة منتجات غذائية للإستخدام الآدمى Human food مثل تدعيم صناعات المكرونة والبسكويت وغيرها بهدف رفع قيمتها الغذائية واستخدامها فى تغذية بعض الفئات الخاصة والحساسة .
- مسحوق منخفض الجودة: توجه لصناعة أعلاف حيوانية Animal feeding مثل صناعات محسنات ومكملات الأعلاف والعلائق الخاصة وغيرها .



شكل (٣-٩): رسم تخطيطي لخطوات تصنيع مساحيق غذائية من مخلفات الحقل والتصنيع لبنجر السكر

الإسفندان

تنتشر أشجار الإسفندان Maple فى أمريكا الشمالية خاصة جهة الشمال الشرقى، حيث يتم صناعة الشراب والسكر من عصير تلك الأشجار منذ زمن بعيد قد يمتد لعهد اكتشاف تلك القارة على يد الهنود . ويوجد من نبات الاسفندان عدة أنواع حلوة العصارة من أهمها اسفندان السكر *Acer succharum* شكل (٣-١٠) ، والاسفندان الأسود *Acer nigrum* ، إلا أن أشهرها النوع الأول والذى تتكاثر أشجاره طبيعيا وتعمر ٣٠٠ – ٤٠٠ سنة . ولقد قام الهنود فى بادئ الأمر بجمع العصارة من الأشجار بعد شق القلف أو الجذور الكبيرة ووضعها فى قطع مقعرة من القلف ثم تنقل إلى أوعية من الفخار ، ثم يقومون بغلى العصارة بإسقاط حجارة حارة فيها، ثم يحولون العصارة إلى سكر بتركها تبرد وتتجمد، ثم يكشط ما تجمد منها. ثم إنتقل الأمر بعد ذلك إلى الإنتاج التجارى مما استلزم إدخال المبخرات الحديثة محل الأفران وأوعية الغليان ، كما أدخلت طرق حديثة تتعلق بجمع العصير ونقله بطرق نظيفة مما جعل الإنتاج أكثر نقاوة .

النخيل

يشكل النخيل أحد المصادر الهامة لإنتاج السكر عالميا (شكل ٣-١١) ، خاصة فى المناطق الحارة. ومن أكثر أنواع النخيل استخداما فى هذا الغرض هى النخيل البرى *Phoenix sylvestris* ونخيل جوز الهند *Cocos nucifera* ونخيل كاريوتا *Caryota urens* ونخيل جوموتى *Arenga pinnata*. ويتم الحصول على العصارة بعمل ثقوب فى نخلة البلح خاصة الجزء العلوى اللين من الساق، كما تجمع العصارة فى الأنواع الأخرى من النورات التى لم تتفتح حيث تقطع هذه النورات حتى تسيل منها العصارة وتجمع فى أنواع مختلفة من الأوعية. ويحتوى هذا العصير على حوالى ١٤% سكر، ثم يتم إجراء الغليان له حتى يصبح قوامه مثل الشراب، ثم يسكب فى أوراق الشجر حتى يبرد ويتجمد على هيئة سكر خام يعرف باسم جاجارى .

الذرة العويجة

يعد نبات الذرة العويجة *Sorghum vulgare* (شكل ٣-١٢) من النباتات البرية التى تعيش فى المناطق الحارة. وتستخدم سيقان الصنف سورجو var. saccharatumفى استخراج العصير الفقير فى نسبة السكر ولكنه ينتج شرابا مغذيا وصحيا،حيث تسحق السيقان بسهولة للحصول على العصارة التى يتم تبخيرها فى أوعية مسطحة وترويقه للحصول على الشراب المشابه من قصب السكر والذى تصل نسبة الماء فيه ٢٥-٣٠% .

شكل (٣-١٠) : شجرة اسفندان السكر

النخيل البرى *Phoenix sylvestris*

نخيل جوز الهند *Cocos nucifera*

نخيل كاريوتا *Caryota urens*

شكل (٣-١١) : نخيل السكر

شكل (٣-١٢) : نبات الذرة العويجة