الفصل السادس

السكر (السكروز) الخام من قصب السكر

* مقدمة
* تركيب قصب السكر والعصير
  - السكريات والمواد الكربوهيدراتية
  - درجة الحموضة والحموضة الكلية
  - الأحماض العضوية
  - البروتينات
  - المواد الملونة فى العصير
* مستلزمات إقامة وتخطيط المصانع
* تكنولوچيا تصنيع السكروز الخام
  - عمليات الإستلام والتنظيف والعصر
  - وزن وإستلام القصب
  - تنظيف القصب
  - عملية العصير
  - أجهزة العصر
  - التصفية الآلية والميكانيكية
  - الترويق باستخدام لبن الجير
  - عملية التركيز وتبلور السكر
  - محطة التركيز - البلورة وأساليبها
  - أجهزة الطرد المركزى (النافضات)
  - تجفيف السكر - تهوية السكر
  - تدريج السكر - تداول ووزن السكر

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل السادس

السكر (السكروز) الخام من قصب السكر

مقدمة :

يعتبر قصب السكر من المحاصيل المعروفة منذ أكثر من ٣٠٠٠ عام وينتشر وجوده فى المناطق الإستوائية وأصل المنشأ جنوب آسيا ثم إنتقل إلى الهند ثم الشرق الأدنى والأوسط ثم إلى أمريكا . ونبات قصب السكر يتراوح طوله ما بين ٤,٥ - ٦ متر وقطر الساق بين ١-٣ بوصة ومتوسط وزن الساق حوالى ١,٣٤ كجم إذا كان النمو طبيعيا وتعطى هذه الساق حوالى ١٥,٠ كجم سكر .

ونبات قصب السكر من النباتات المعمرة من العائلة النجيلية حيث يتم حصاده سنويا لمدة ٤-٥ أعوام - ويتم القطع فى بعض الحقول يدويا ، وفى حقول أخرى يتم الحصاد بالآلات وهو ما زاد إستخدامه مؤخرًا .

وقد يتم حرق حقول القصب قبل الحصاد بيوم واحد وذلك لحرق الأوراق الميتة حتى لا تؤثر على عملية الحصاد وعصر العيدان وإن كان لهذا الإجراء معارضية، ويختلف موسم عصر القصب بين الدول المنتجة للقصب تبعا لميعاد الزراعة ويوضح ذلك الجدول (٦ - ١):

جدول (٦-١) مواسم عصير قصب السكر لبعض دول العالم

إفريقيا	الموسم	أمريكا الجنوبية	الموسم
مصر	ديسمبر / يونيو	الأرجنتين	يوليو / ديسمبر
أنجولا	مايو / مارس	كولومبيا	يناير / ديسمبر
الكاميرون	ابريل / سبتمبر	بيرو	يناير / ديسمبر
زامبيا	مايو / نوفمبر	أروجواى	مايو / أبريل
شمال ووسط أمريكا		آسيا	
كوستاريكا	ديسمبر / يونيو	الصين	يناير / ديسمبر
كوبا	نوفمبر / يوليو	الهند	اكتوبر / يوليو
المكسيك	نوفمبر / يوليو	أندونيسيا	مايو / ديسمبر

وقد عرفت صناعة السكروز منذ فترة طويلة حيث بدء فى إنشاء مصانع للسكروز فى الفترة من عام ٦٤٠م وإن كان إزدهار هذه الصناعة قد بدأ منذ أن بدأت فرنسا وألمانيا ثم أمريكا الدخول فى هذه الصناعة وذلك إعتباراً من القرن الخامس عشر ومن الطبيعى أن تنتشر هذه الصناعة فى المناطق التى تصلح لزراعة قصب السكر .

ومع إنتشار إهتمام الدول بالسكر بدأت تظهر صناعة سكر البنجر وذلك فى المناطق التى تصلح لزراعة البنجر وذلك إعتباراً من القرن التاسع عشر .

وأشهر مناطق إنتاج سكر القصب هى الولايات المتحدة والبرازيل والصين وكوبا وأستراليا والهند وجمهورية مصر العربية ، وفى جمهورية مصر يتراوح إنتاج سكر القصب الخام والمكرر من عام إلى آخر وذلك تبعا لما هو متوفر من كميات من القصب أو سكر خام يتم تكريره .

ويوضح الجدول التالى تطور إنتاج السكر والمولاس .

جدول (٦-٢) إنتاج السكر والمولاس (ألف طن) فى مصر

العام	إنتاج السكر الخام	إنتاج السكر المكرر	إنتاج المولاس
١٩٥٢	-----	١٨٩	١٠٠
١٩٧٣	٣٢٩	٣٠٤	٢٦٠
١٩٧٤	٣٠٦	٢٧٠	٢٣٧
١٩٧٥	٢٦٩	٢٦٤	٢٥٣
١٩٧٦	٢٩٦	٢٧٨	٢٩٣
١٩٧٧	٣٠٢	٣٠١	٣٠٢
٨١/ ١٩٨٢	٧٢٣ ومكرر	--	٣٠٧*
١٩٩٠	٨٠٧ ومكرر	--	٢١٥
٩٤/ ١٩٩٥	١٠٠٤ ومكرر		٤٠٠*

* تقرير الشركة القابضة فى الجرائد ٢٩/ ١٠/ ١٩٩٥ (المولاس تقديرى)

obeikandl.com

ولسد حاجة الإستهلاك من السكروز يتم إستيراد السكر من الخارج وكان معدل الإستيراد :

٨٢	٨٣	٨٤	٨٨	٩٠
٧٧٦٦٥٨	٧٣٢٦٠٠	٧١٢١٠٠	٦٨٥٣١٠	٤٥٤٣٥٦

١- تركيب قصب السكر Sugar Cane Structure :

عندما يتم قطع قصب السكر بواسطة الأيدى ونقله طازجا إلى المصانع فلا شك أنه يعتبر خامة مناسبة وجيدة للصناعة وكذلك فإن القصب المقطوع بواسطة الوسائل الميكانيكية والذى يتم نقله إلى المصانع فإنه عادة ما يحتوى على الزعزوع والعقد والجذور وكذلك بعض أجزاء من التربة والماء ومواد أخرى غريبة .

ومن المفضل أيضا أن يتم إزالة الأوراق المحيطة (السفير) Trash بالساق وذلك قبل إرسالها إلى المصانع ، وحتى يمكن الحكم على مدى صلاحية القصب للصناعة فإنه لابد من الإلمام بتركيب ومحتويات قصب السكر .

ومن المعروف أن القمة العليا لساق القصب Stem Tip وكذلك المناطق الطرية وكذلك الأوراق الخضرية الموجودة فى أعلى الساق تحتوى على أقل من ١ ٪ سكروز Sucrose وفى المقابل فهى غنية بالنشا Starch وكذلك بالسكريات العديدة التسكر القابلة للذوبان Solu-ble Polysaccharides والسكريات المختزلة Reducing Sugars وفى العادة فإن العيدان الخالية من السفير تحتوى تقريبا على حوالى ٧٥ ٪ من الماء والباقى يوزع بين الألياف والمواد الصلبة القابلة للذوبان ، ويبين الجدول التالى تركيب عيدان القصب :

جدول (٦-٣) تركيب عيدان القصب

محتوى العيدان	٪
* الماء	٧٣ - ٧٦
* المواد الصلبة	٢٤ - ٢٧
- القابلة للذوبان	١٠ - ١٦
- الألياف	١١ - ١٦

obeikandl.com

أما تركيب العصير الناتج من قصب السكر فيظهر فى الجدول التالى رقم (٦-٤) .

جدول رقم (٦-٤)

التركيب الكيميائى للمواد الصلبة الذائبة فى عصير قصب السكر

تركيب العصير	مواد صلبة ذائبة ٪
- السكريات الكلية	**٩٢ - ٧٥**
- السكروز	٨٨ - ٧٠
- الجلوكوز	٤ - ٢
- الفركتوز	٤ - ٢
- الأملاح الكلية	**٤,٥ - ٣**
- أحماض غير عضوية	٤,٥ - ١,٥
- أحماض عضوية	٣,٠ - ١
- مركبات أخرى عضوية (إجمالى)	**١,٤٠ - ٠,٨٥**
- بروتين	٠,٦ - ٠,٥
- نشا	٠,٠٥٠ - ٠,٠٠١
- صموغ	٠,٦ - ٠,٣
- شموع ودهون وفوسفاتيدات	٠,١٥ - ٠,٠٥
- مواد أخرى	**٥, - - ٣, -**

* (تمثل ١٠ - ١٦ ٪ من محتوى العيدان انظر جدول ٦-٣)

١-١ السكريات والمواد الكربوهيدراتية الأخرى Sugars & Other Carbohydrates :

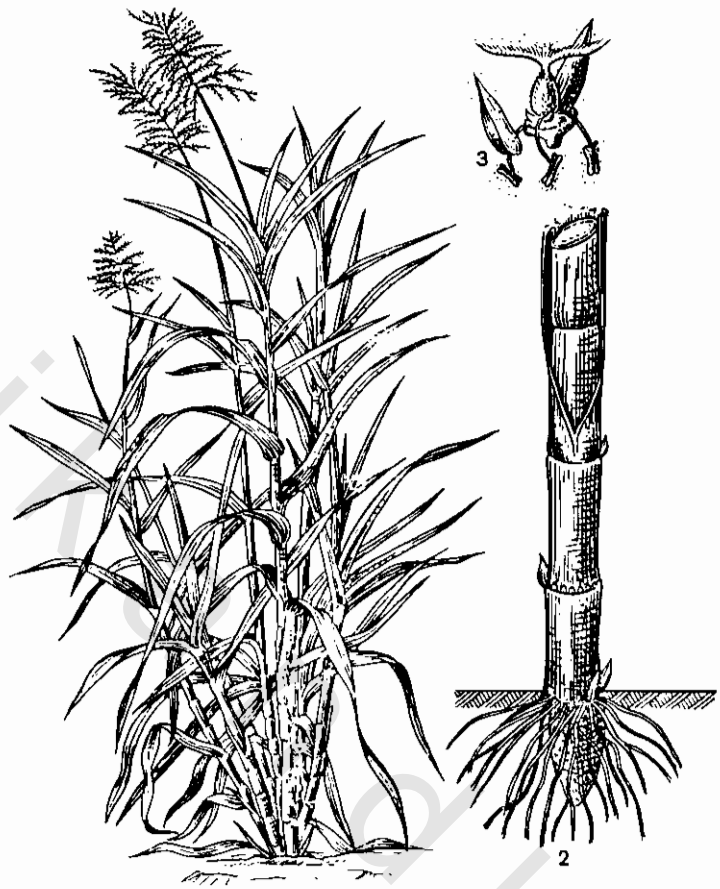
يعتبر السكروز ، والسليلوز الموجودان فى الألياف هما المكونان الأساسيان فى قصب السكر وكلاهما كما هو معروف يتكون من السكريات البسيطة .

وعادة ما يوجد الجلوكوز (الدكستروز) والفركتوز (ليفيلوز) بصورة حرة ولكن بكمية أقل من السكروز كما هو واضح من الجدول السابق رقم (٦-٤) .

ويعتمد إنتاج السكروز من قصب السكر أساساً على مقدرة السكروز للتبلور فى العصائر

obeikandl.com

المركزة فى نفس الوقت الذى يبقى فيه الجلوكوز والفركتوز ذائباً هذا بالإضافة إلى وجود سكريات أخرى مرتبطة وهى عادة تدخل فى تركيب الصموغ .



شكل (٦-١) منظر عيدان القصب

ومن الطبيعى فإنه من المفضل المحافظة على وجود السكروز فى قصب السكر إلى حين إستخراجه أثناء الصناعة ولكنه عادة ما يحدث بعض التغيرات التى تصاحب عملية النقل أو التخزين والذى يترتب عليها حدوث تحويل للسكروز - وهو ما ينتج كتأثير فعل الانزيمات (الإنفرتيز) على السكروز وتبعا لما يتعرض له السكر من درجة حرارة ويكون من جراء ذلك حدوث تحول فى السكريات وإن كان من الممكن أن يوقف هذا التحول فى العصير

عن طريق إستخدام Sodium metasalicilate (ثنائى ساليسلات الصوديوم) والذى يعمل كمثبط لإنزيم الإنفريتز ، كما يحدث وقف لعمل الانزيمات كذلك أثناء مرحلة الترويق Clarification .

كذلك فإنه يحدث أيضا تحلل للسكريات بواسطة الأحماض وهذا يبدأ أثناء الترويق وقد يستمر خلال خطوات التصنيع . ولما كان من المعروف أن التحلل الذى يحدث يعتمد على درجة الحرارة والحموضة ، فإننا نجد أنه عندما يكون رقم الحموضة pH ٥,٨ ودرجة الحرارة ١٢٠م (٢٤٨ف) فإن التحلل يتم بمعدل سرعة يؤدى إلى إختزال كمية مقدارها ٢٪ من السكروز / فى الساعة ويستمر هذا المعدل من التحول مع إنخفاض درجة الحرارة إلى ٩٠م (١٩٤ف) ورقم الحموضة إلى pH ٤,٦ .

ويمكن خفض مقدار هذا التحول إلى أقل حد عن طريق إضافة الجير إلى العصير للمحافظة على رقم الحموضة إلى ما يقرب من pH ٧ أو أكثر قليلا .

١-٢ درجة الحموضة والحموضة الكلية Total Acidity & pH :

تتراوح درجة الـ pH لعصير القصب الكامل النضج العادى Normal mature من ٤,٧٣ - ٥,٦٣ ولكن من المعتاد أن يكون الرقم بين ٥,٢ - ٥,٤ - ولا شك أن كثرة الأصناف وإختلاف الظروف الجوية وظروف التربة تعتبر من العوامل المسببة فى وجود هذا التباين فى درجة الحموضة .

وكما أن الحموضة الكلية تعتبر من المؤشرات على خواص ومواصفات قصب السكر والعصير الناجم منه بالإضافة إلى الإعتبارات الأخرى مثال نسبة المواد العديدة التسكر Polysaccharides وخاصة الدكستران Dextran .

١-٣ الأحماض العضوية Organic acids :

يوجد على الأقل حوالى تسعة (٩) أحماض عضوية أمكن فصلها من عصير القصب الخام ، وأهمها من ناحية القيمة هو حامض الأكونيتيك Aconitic وهو أكثر الأحماض كمية ، ومن الأحماض الأخرى حامض الستريك والماليك والأكساليك والفيوماريك والسكسنيك والسيرنجيك وإن كان الأخير يتواجد بكميات نادرة .

obeikandl.com

١-٤ البروتينات Proteins :

معظم الأحماض الأمينية الحرة Free amino acids تتواجد فى المولاس وهو ناتج ثانوى من صناعة السكر . . وبالتالى فوجودها مرتبط بالفقد فى السكروز وخاصة عندما ترتبط مع بعضها مكونة سلاسل البروتين ، ومن المعتقد قديما أن البروتين يمثل نسبة كبيرة من العصير وإن كانت طرق التحليل الحديثة أوضحت أن هذه النسبة تتراوح فى العصير بين ٠,٥ - ٠,٦ ٪ كما هو مبين فى جدول ٦ - ٤ السابق توضيحه .

١-٥ المواد الملونة فى عصير القصب Coloring matter in Juice :

تعتبر المواد الملونة الموجودة فى عصير القصب والتى تلاحظ فيه عقب عملية العصر من المواد غير الموغوب فيها وذلك لكونها تؤثر تأثيرا سلبيا على لون بللورات السكر التى يتم الحصول عليها فى المراحل الأخيرة من الصناعة وقد وجد أنها تظهر نتيجة عديد من الأسباب نوضحها فيمايلى :

١-٥-أ - المواد الملونة من القصب نفسه :

ومثال هذه المواد :

الكلورفيل	chlorophyll
أنثوسيانين	anthocyanin
السكاراتين	sacharatin
التانين	tannin

وتوجد معظمها منتشرة فى العُقل والعيون والمناطق العليا من العيدان .

١-٥-ب- التفاعلات الكيميائية :

وتنجم هذه الألوان بسبب :

- التلون الذى يحدث على العصير نتيجة لتحلل مكونات العصير عن طريق فعل لبن الجير Lime أو الحرارة أو كلاهما .
- التلون الذى يحدث للعصير نتيجة لوجود أملاح حديد ذائبة (حديديك) من الأجهزة وكنتيجة لتفاعل المواد غير السكرية مع المكونات الأخرى .

obeikandl.com

ولمزيد من التوضيح عن مسببات التلون فى عصير القصب فإننا نجد أن :

١-٥-أ - ١ - الكلورفيل Chlorophyll :

وهى صبغة خضراء توجد فى معظم النباتات وتعتبر من المواد الملونة الضارة عند تصنيع السكر المكرر وذلك لأن كل من لبن الجير والأحماض لا تتفاعل معها ، وينبغى لفصلها (ولعدم قابليتها للذوبان فى الماء أو محاليل السكر ولطبيعتها الغروية التى تجعلها معلقة) أن يتم ذلك عن طريق الفلاتر .

١-٥-أ - ٢ - الانثوسيانين Anthocyanin :

وهى توجد فى بعض أصناف القصب داكنة اللون وطبيعة هذه المادة أنها تذوب فى الماء ومحاليل السكر ومن هنا فهى تنتقل مع العصير فور إتمام العصر ويتحول لونها الطبيعى القرنفلى إلى لون أخضر داكن عند إضافة لبن الجير ، ويمكن ترسيبها عن طريق لبن الجير والتخلص منها بعد ذلك .

وقد يؤدى وجود هذه الصبغة بكميات أكبر إلى ضرورة إستخدام كميات أكبر من لبن الجير حتى تتصف هذه العملية بالنجاح .

١-٥-أ - ٣ السكاراتين Sacharatin :

توجد هذه المواد الملونة فى ألياف القصب ولا يمكن التخلص من هذه المواد عن طريق الماء أو المحاليل السكرية - ولكن يمكن التخلص من الأجزاء المارة من المصاص إلى العصير عن طريق التصفية وبذلك نمنع من دخول السكاراتين مع العصير ، ولا يعتبر اللون الناجم عنه ذو أثر ضار نظرا لتحوله إلى عديم اللون عندما يتم تعديل درجة الـ pH بعد المعادلة بلبن الجير إلى حدود pH ٧ .

١-٥-أ - ٤ التانين Tannin :

تذوب هذه الصبغة فى العصير - وتُظهر لونا داكنا خاصة عندما تتفاعل مع أملاح الحديد الموجودة فى العصير ، وعندما يعامل العصير بالحرارة يحدث تحلل لهذه الصبغة ويتكون الكاتيكول الذى يتحد مع القلويات لتكوين حامض Protocatechuic acid والذى يساعد مع التعرض للحرارة فى تحويل الصبغة إلى مركبات تتشابه مع السكاراتين .

obeikandi.com

التفاعل والتحلل الكيميائى :

١-٥-ب-١ التحلل نتيجة المكونات :

وهذا يحدث عند رفع الحرارة إلى ٢٠٠م فإن السكروز - والجلوكوز - والفركتوز يحدث لها كرملة وهذا يساعد فى دكانة اللون .

وعادة ما يأتى تحلل الفركتوز أولا ثم الجلوكوز ، وأخيرا السكروز وعلى ذلك يجب أن يتم تجنب إستخدام الحرارة العالية .

١-٥-ب-٢ التلون نتيجة أملاح الحديد الذائبة :

عادة ما يحدث إتصال مع الحديد عند تعرض العصير لبعض أسطح المعدات والتجهيزات المصنوعة من الحديد ويساعد ذلك على حدوث هجرة لبعض أملاح الحديد خاصة فى البيئة الحامضية وإذا حدث وتكونت أملاح الحديد ك Fe_2O_3 فهى عادة ما تُضفى اللون الداكن للعصير ، ولكن إذا حدث وتكونت أملاح فى صورة الحديدوز FeO فإن الناتج سوف يكون عديم اللون Colorless .

وعلى العموم فإن التخلص من الحديد تماما يعتبر عاملا مساعدا فى الحصول على نتائج جيدة أثناء تكرير السكر ولقد تم إستخدام أكثر من وسيلة للتخلص من الحديد وأملاحه من خلال استخدام (أ) حامض الكبريتوز (ب) الفوسفور أو أملاح الفوسفور . (ج) الكربون النشط .

١-٥-جـ-٣ التلون نتيجة فعل المواد غير السكرية مع مواد أخرى :

الفينولات المتعددة Polyphenols :

ومن أمثلة هذه المواد التانينات المشتقة من Catechuic acid أو anthocyanine أو من السكاراتين الموجود فى الألياف . وهذه الفينولات تتفاعل مع الحديد فى صورة حديديك مكونة اللون الداكن .

مجموعة الأمين (المركبات النيتروجينية) Amino compounds :

يحتوى العصير على مركبات نيتروجينية مثال الألبيومينويدات والأمونيا والأحماض الأمينية وغيرها من المركبات التى تحتوى على النيتروجين وعلى الرغم من صغر نسبتها

obeikandl.com

(٠,٥ - ١,٠ ٪) فإن لها تأثير واضح نتيجة لتفاعلها مع السكريات المختزلة reducing sugars وتكوين مركبات ملونة .

التسخين العالى Superheating :

نادرا ما يحدث مثل هذا التلون تحت ظروف استخدام التفريغ ولكن هناك إحتمال التعرض للحرارة العالية فى بعض المصانع التى تستخدم الحلل المفتوحة والتى يتم إجراء التركيز فيها عن طريق النار ، وقد يحدث ذلك أيضا بالقرب من بعض المناطق القريبة من مصادر الحرارة أو المواسير داخل حلل التركيز تحت تفريغ عندما يتبقى بعض من الدفعة السابقة التركيز - ومن هنا يفضل أن يتم تنظيف حلل التركيز تحت تفريغ بعد كل عملية بالبخار .

٢- تخطيط المصانع Plant Planning :

عند إقامة المشروع فإنه يجب أن يتوافر فى الموقع عدة أمور حتى يمكن القول أن هناك نجاح سوف يتحقق للمشروع .

٢-أ الطرق المناسبة الواسعة :

نجد أنها تساعد فى تصريف المنتجات وتوزيعها .

٢-ب الماء النقى :

يراعى فى الماء الذى سوف يتم إستخدامه فى الغلايات النقاوة التامة وحتى لا يحدث مشاكل فإنه يفضل أن يكون مشابها لماء الشرب مع توفره بكميات كبيرة .

٢-جـ مساحة المصنع :

المساحات التى تخصص لمصانع السكر تعتبر من المساحات الكبيرة ، فقد يحتاج المصنع إلى ما يقرب من ٥٠ فدان لإقامة المشروع (مدينة) .

٢-د ترتيب العنابر والأجهزة :

عادة ما يتم ترتيب الأجهزة بحيث توضع العنابر التى تتميز بنظافة عالية فى مقدمة المشروع ، مع تصميم وضع بقية العنابر الخاصة بالتصنيع والتركيز فى مؤخرة الموقع ، ويفضل بطبيعة الحال أن يتم وضع الغلايات أقرب ما يكون إلى المعاصر - مع ترك مساحة كبيرة أو مخزن كبير ليتم فيه تخزين القصب .

obeikandl.com

٢- هـ معمل المراقبة :

وإذا تم الاستعانة بالمعمل وهى أمور واجبة فى هذه الصناعة فإنه يفضل أن يوضع فى مبنى مستقل بعيداً عن أى أجهزة تسبب نوع من الإهتزاز (كما هو الحال فى عنبر العصر) .

٢ - و الطاقة المستخدمة :

من الأمور التى لها علاقة أيضا بإستخدامات الطاقة فإنه يفضل الإستعانة بوجود ميل فى إتجاه الجاذبية Gravity Flow وهذا يحقق إنسياب أفضل مع أقل إستهلاك للطاقة .

٣- تكنولوجيا تصنيع السكروز الخام Raw Sucrose Technoloy :

من الواضح أن الطرق القديمة فى عصر القصب كانت تعتمد على نوع من السلندرات الخشب والتى تدار بواسطة الحيوانات أو قوة إندافع الماء أو طواحين الهواء .

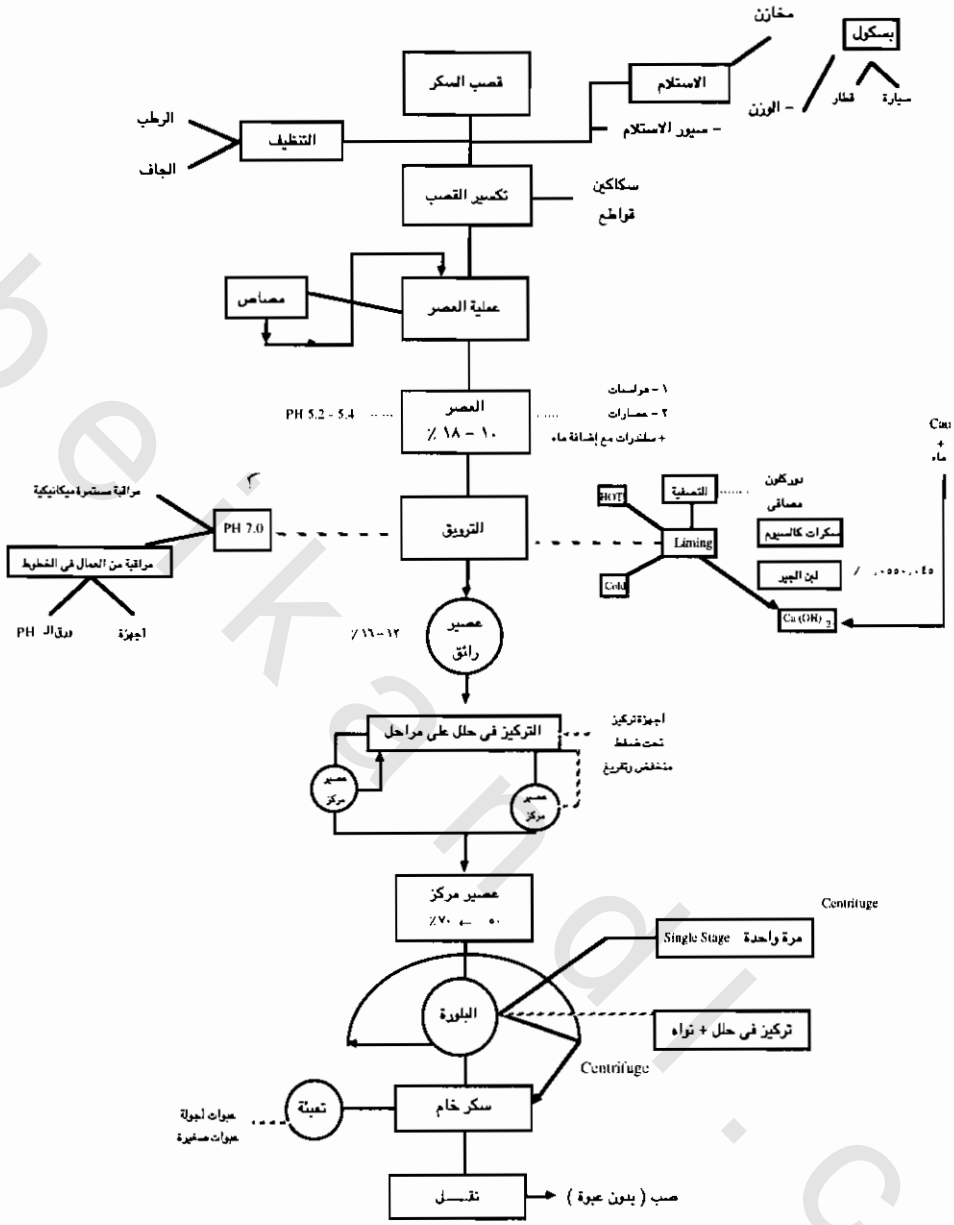
وإن كان الواضح أنه قد بُدأ فى إستخدام البخار فى إدارة السلندرات (المعاصر) فى جاميكا فى عام ١٧٩٤ ، وفى كوبا عام ١٧٩٧ ، ثم أتبع ذلك استخدام السلندرات ذات التجاويف وكذلك الهراسات ذات التجاويف وذلك خلال الفترة من ١٨٨٣ - ١٨٩٢ .

وكذلك بدأ إستخدام أوعية التركيز تحت التفريغ فى إنجلترا إعتبارا من عام ١٨١٣ - أما استخدام نظام التبلور فهو معروف منذ عام ١٨٨٠ ، أما نظم الترويق وأجهزتها المعروفة الآن فقد عرفت منذ أكثر من ١٠٠ عام .

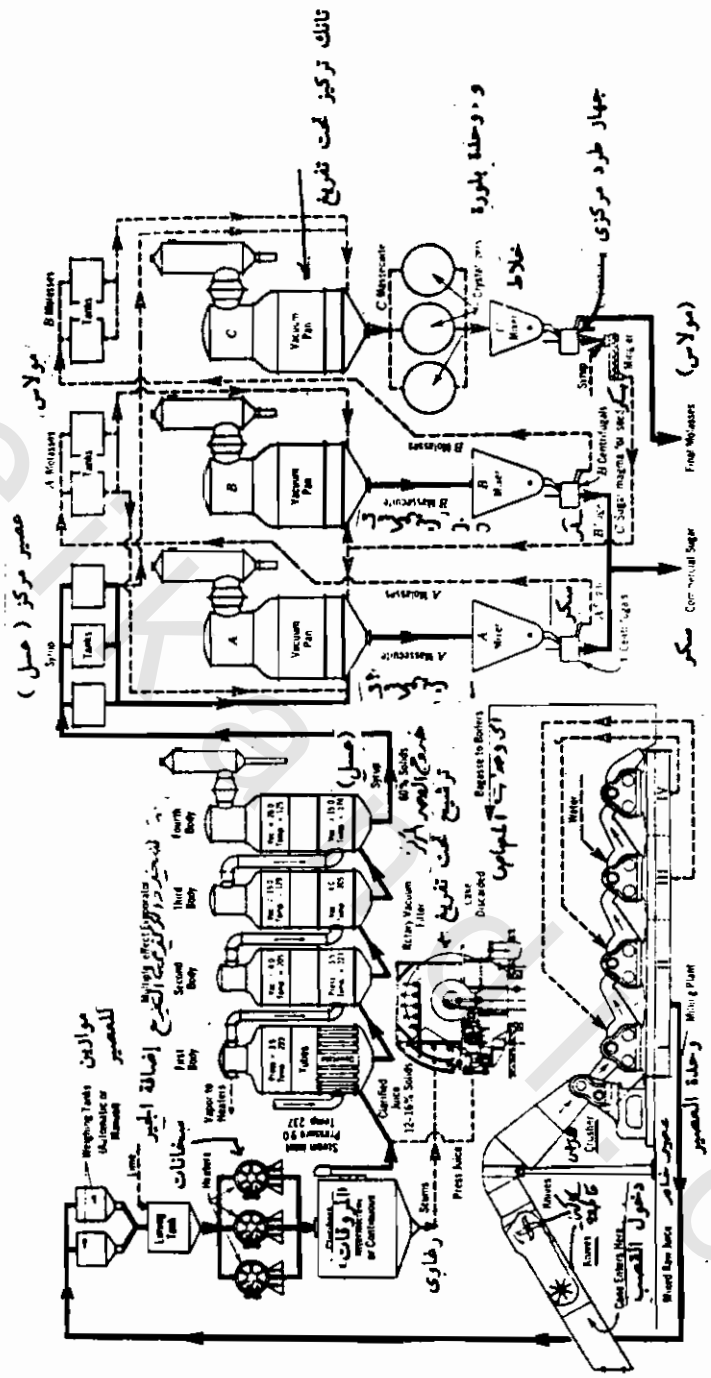
كذلك فإن استخدام لبن الجير فى التنقية Refining أو التكرير قد عرف منذ فترة طويلة فى مصر ، وفى فترة وضح أن استخدامه الأساسى كان فى صناعة السكر من البنجر منذ عام ١٨١٢ ولكنم لم يتم إستخدامها بطريقة مفيدة إلا اعتبارًا من عام ١٨٨٠ - كما أن إستخدام مركبات الفوسفات فى التكرير لم يحل مكان الألبيومين حتى عام ١٩٠٠ واستمر ذلك إلى الآن .

ومن الطبيعى أن تختلف قدرة الأجهزة فى كل قسم من أقسام المصنع . . طبقا لمستوى القدرة الإنتاجية للمصنع وذلك تبعا لما هو متاح من كمية قصب السكر المزروعة فى المنطقة ومدى جودة هذا القصب حتى يمكن إستخدامه فى الصناعة .

ويوضح الشكل التوضيحى رقم ٦-٢ إستكش أهم خطوات الصناعة ، كما يوضح الشكل رقم (٦ - ٣) دياجرام خط سير الإنتاج فى مصنع السكر الخام .



شكل (٦-٢) اسكتش لإنتاج السكر الخام



شكل (٦-٣) دياجرام خط سير الإنتاج فى مصنع للسكر الخام

٣-١ وزن واستلام القصب Sugar Cane Weighing & Recieving :

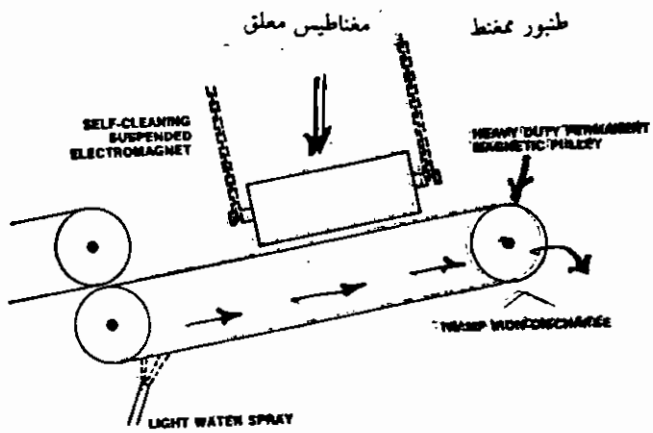
عادة ما يرد القصب إلى المصانع إما فى عربات نقل أو فى عربات سكك حديدية وذلك تبعا لقرب أو بعد مناطق الزراعة عن المصنع ، ويتم إستقبال القصب الوارد ووزنه على ميزان بسكول . . ويمكن فى هذه الحالة وزن السيارة أو عربة القطار بما عليها من القصب دون حاجة إلى تفريغه .

ويتم نقل القصب بعد ذلك بالإستعانة إما بأوناش كبيرة تنقل حزم من القصب أو يتم تفريغ الحمولة من أحد الجوانب المفتوحة سواء للسيارة أو القطار ، ويتم الإستعانة بعد ذلك فى نقل القصب بواسطة سيور فى داخل المصنع أو تكون هناك خطوة وسطية أخرى وهى النقل إلى قاطرات صغيرة يسهل تفريغها بواسطة الأوناش عند الحاجة إلى ذلك وفى جميع الأحوال يتم تنظيم عملية الإستلام والنقل إلى داخل المصنع للمساعدة فى إستمرار التشغيل تبعا للقدرة الإنتاجية دون حدوث توقف ، ويساعد وجود مخزن إستقبال كبير فى تسهيل إستلام الكميات التى تصل إلى المصانع يوميا .

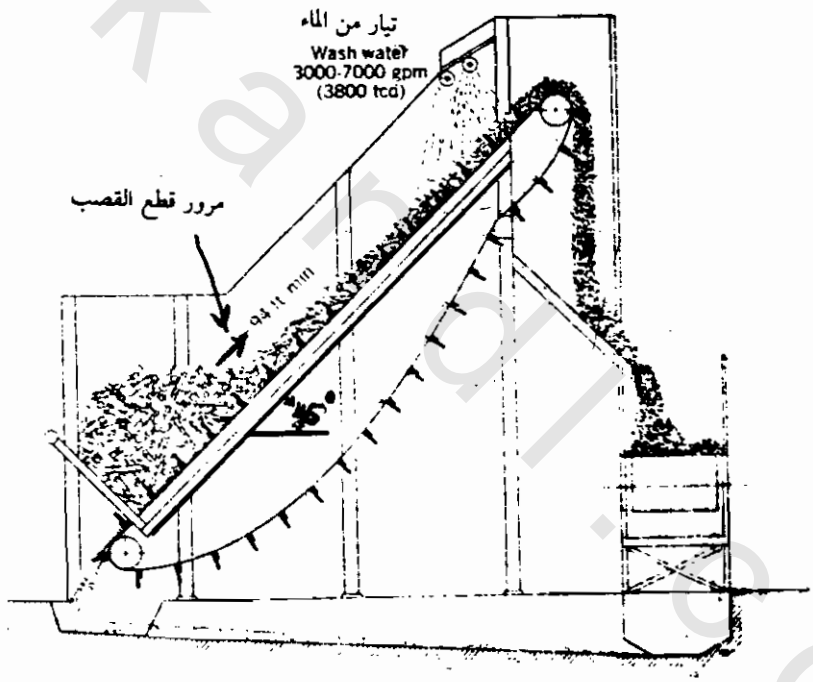
٣-٢ تنظيف القصب Sugar Cane Cleaning :

من الطبيعى أن يحمل القصب الوارد إلى المصنع بعض الطين أو القاذورات بالإضافة إلى بعض المواد الشمعية المحيطة به وعليه فإن الأمر يقتضى أن يتم إجراء عملية تنظيف للقصب وذلك باستخدام الماء - مع التخلص من الماء بالوسائل المتاحة ويمكن إستخدام مناضد لهذا الغرض تسمح بتعريض سمك من ١٢ - ١٨ بوصة من القصب إلى تيار الماء حتى يمكن أن يؤدى إلى نظافة كاملة لجميع القصب ، ويبين شكل (٦-٥) نموذج لطريقة تنظيف القصب ، أما فى الأحوال التى يوجد فيها نسبة كبيرة من الطين أو الظلط بوزن يصل من ٢٥ - ٤٠٪ من وزن القصب فإن أجهزة أخرى تستعمل فى التنظيف كما هو موضح فى شكل (٦-٦) كما توجد أيضا أجهزة لتنظيف القصب وهو جاف كما هو موضح فى شكل (٦-٧) ، وكما توجد وحدات إلتقاط المعادن شكل (٦-٤) .

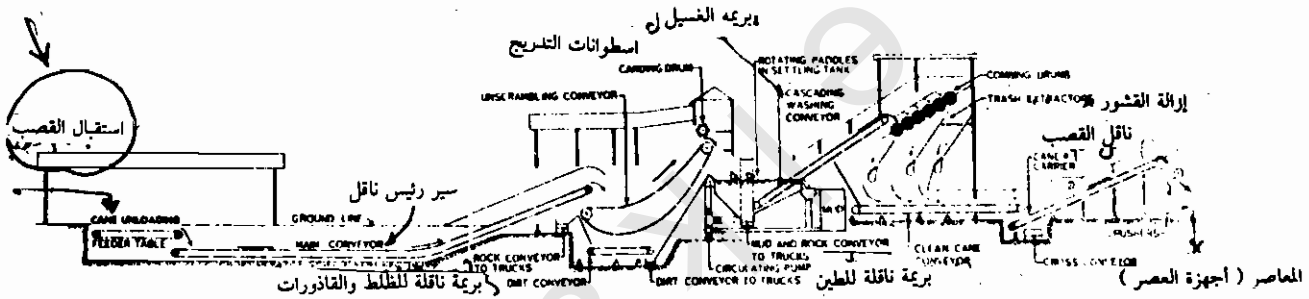
obeikandl.com



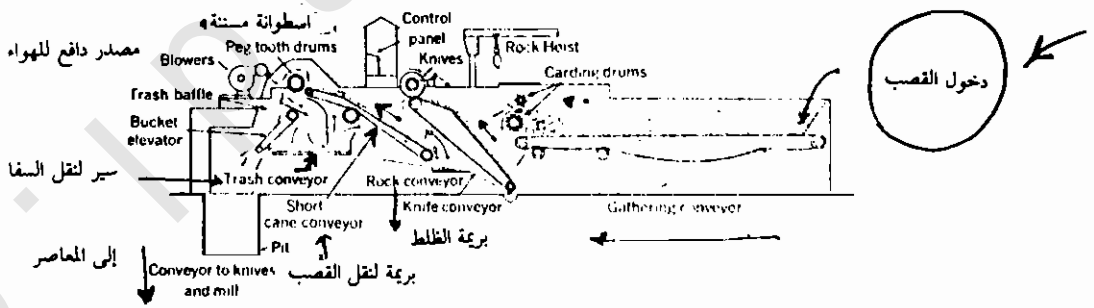
شكل (٦-٤) ناقل القصب ووحدة التقاط المعادن



شكل (٦-٥) نموذج لجهاز لتنظيف القصب بتيار من الماء



شكل (٦-٦) نظام لتنظيف القصب عند إرتفاع نسبة القاذورات



شكل (٦ - ٧) نظام لتنظيف القصب على الجاف

وتقوم هذه الوحدة بالتخلص من أى مواد معدنية تكون مصاحبة للقصب والواردة معه من الحقول .

وحتى تقوم الوحدة بعملها فلابد من التخلص المستمر مما يعلق بالمغناطيس من المواد المعدنية ، ومرور القصب على السير الناقل بسمك مناسب ليساعد على قيامها بالعمل دون هروب أى مواد معدنية إذا ما كان معدل المرور سميكا .

٣ - ٣خطوة العصير Milling Step :

إعداد القصب للعصير :

عادة ما يتم إجراء عمليات إعداد القصب بعدة طرق وذلك بهدف تكسير القصب مع نفتيت الخلايا Rupturing the cells ويتم ذلك :

أ - تقطيع عيدان القصب بواسطة سكاكين متحركة أو قواطع حادة وذلك بهدف تكوين أطوال مناسبة ولكن دون إستخراج أى كمية عصير .

ب- بإستخدام الهرامات Crushers وهى التى تعمل على التقطيع مع الهرس النسبى والحصول على كمية كبيرة من العصير .

وقد تستخدم كلا الطريقتين فى خطوة الإعداد .

ولمزيد من التوضيح لخطوة الإعداد هذه فإن سرعة الدوران وعدد السكاكين فى الجهاز وأشكالها يعتبر من العوامل المؤثرة فى إتمام هذه الخطوة .

سكاكين القصب Cane Knives :

وهى عادة ما ترتبط بمصدر إدارة يؤدى إلى دورانها بمعدل ٥٠٠ - ٦٠٠ لفة / دقيقة .

ويعتبر إستخدام السكاكين القاطعة ووضعها بالنسبة لخط سير القصب من الأمور التى تساعد فى زيادة الإستخلاص من القصب .

ومن هذه السكاكين يوجد نوعان :

ا - سكاكين المنسوب Leveller Knives :

وهى تقوم بتقطيع القصب إلى أقسام صغيرة وتوضع على مسافة من السير الحامل للقصب بحوالى ٤-١٠ بوصة وعادة ما تكون المسافة الموجودة بين السكاكين (القواطع) المتجاورة فى حدود ٣ بوصة .

ب- السكاكين القاطعة Cutter Knives :

وهى تقوم بعملية تقطيع إلى أجزاء أدق وهى تقوم تقريباً بتقطيع القصب إلى أجزاء صغيرة وهى تعمل على السير الحامل للقصب بحيث يكون المسافة صغيرة فى حدود من ١ - ١,٥ بوصة - مع تقريب المسافة بين القواطع المتتالية لتكون فى حدود ٢ بوصة .

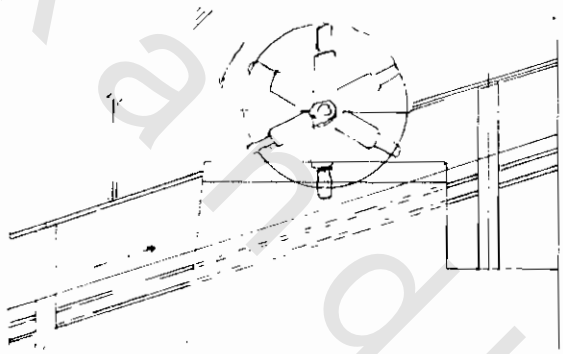
اجهزة التقطيع Shredders :

(أ) توضع هذه الأجهزة للمساعدة بين السكاكين القاطعة وكذلك الهراسات Crushers .

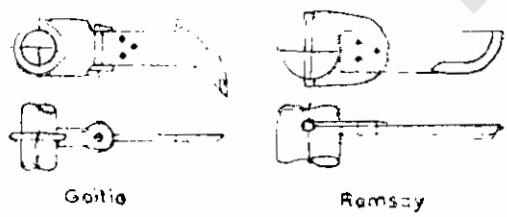
(ب) أو يتم وضعها بين الهراسات Crushers ← وأجهزة العصر وهى تساعد فى زيادة الإستخلاص من العصير .

الهراسات Cane Crushers :

تقوم هذه الأجهزة بوظيفتين رئيسيتين أولهما الإعداد الجيد للقصب ، والثانية المساعدة فى إستخلاص كمية أكبر من العصير ، ويوجد أكثر من تصميم لهذه الأجهزة منها ما يوجد على هيئة سلندرين بينهما شقوق عمقها حوالى ٣ بوصة - وتوجد درجات لعمق الشقوق بين ١ - ٤,٥ بوصة .

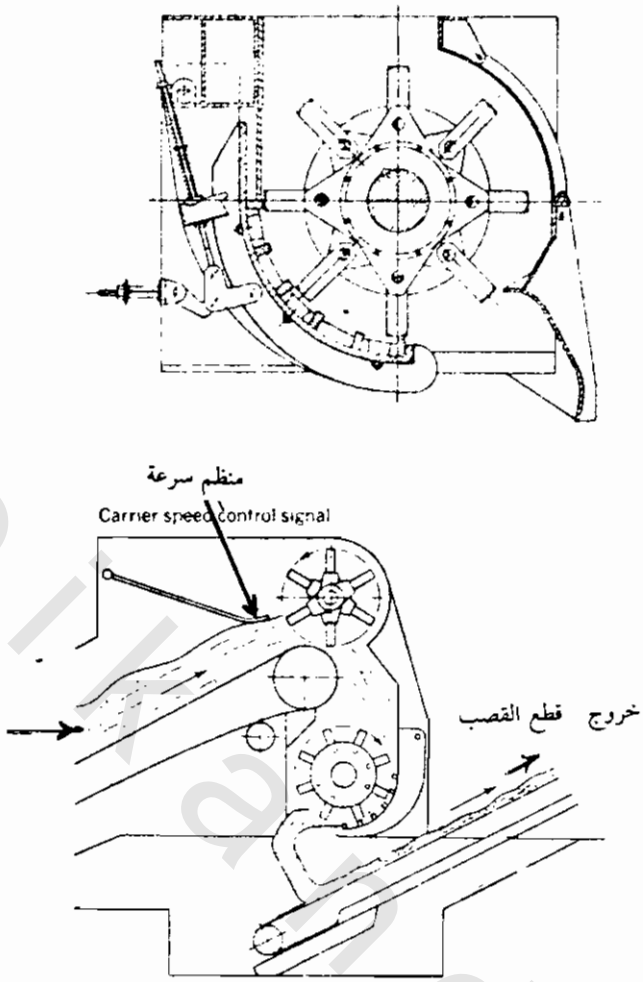


Typical Knife Installation



شكل (٦-٨) أشكال من السكاكين المستخدمة

obeikandl.com



شكل (٦-٩) قطاع طولى فى قاطع للقصب

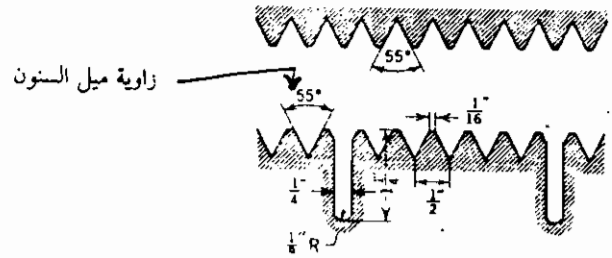
ويمكن أن توجد نماذج عبارة عن ثلاثة سلندرات مرتبة بإسلوب تصميم المعاصر وهذا يسهل ويزيد من عملية الإستخلاص ويراعى أن تزيد سرعة إدارة هذه الأجهزة إلى ما يزيد عن ٢٥ - ٤٠ ٪ فى قدرة المعاصر المستخدمة .

ويتراوح الخلوص الموجود بين التجاويف تبعا للأجهزة وترتيبها فمنها له مسافات :

(أ) ضيقة ٥ - ٢٠ مم .

(ب) متوسطة ٢٠ - ٥٠ مم .

(جـ) واسعة أكبر من ٥٠ مم .



شكل (٦-١٠) أسلوب التسنين لدرافيل العصر وأجهزة الهرس

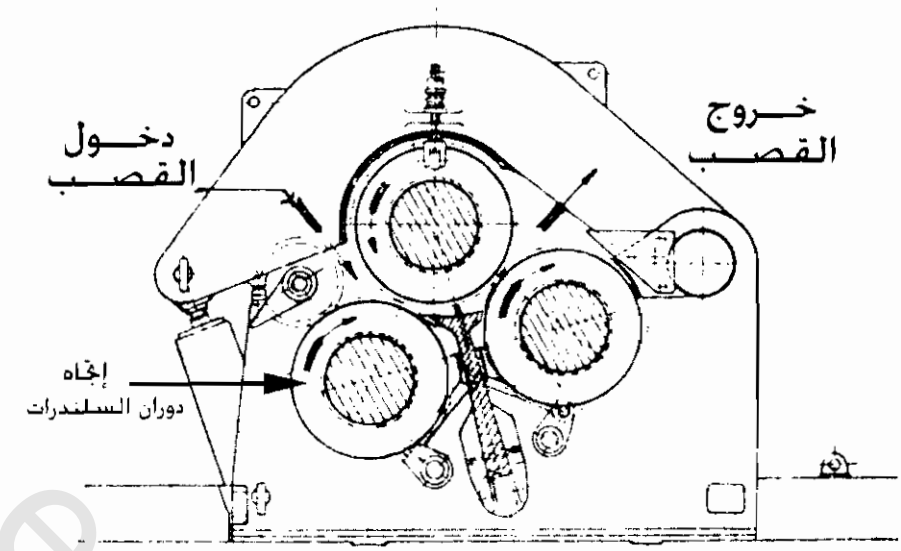
وزاوية الميل لهذه التجاريف تتراوح بين ٣٠ - ٥٥° وعادة ما تقل زاوية الميل فى السلندر السفلى وذلك تبعا للتصميم الذى تقدمه الشركات المصممة للأجهزة .

وعادة ما يتوقف على نوعية الأجهزة الثنائية أو الثلاثية وكذلك طولها بالقدم الكمية التى يتم إستخدامها من القصب يوميا - مع ملاحظة أن هناك حركة غير منتظمة لهذه السلندرات فى الوضع الأفقى صعودا وهبوطاً فى حدود ١,٥ - ٢ بوصة وهذا يعنى أن تزود هذه الأجهزة بمنظمات للضغط Pressure regulator .

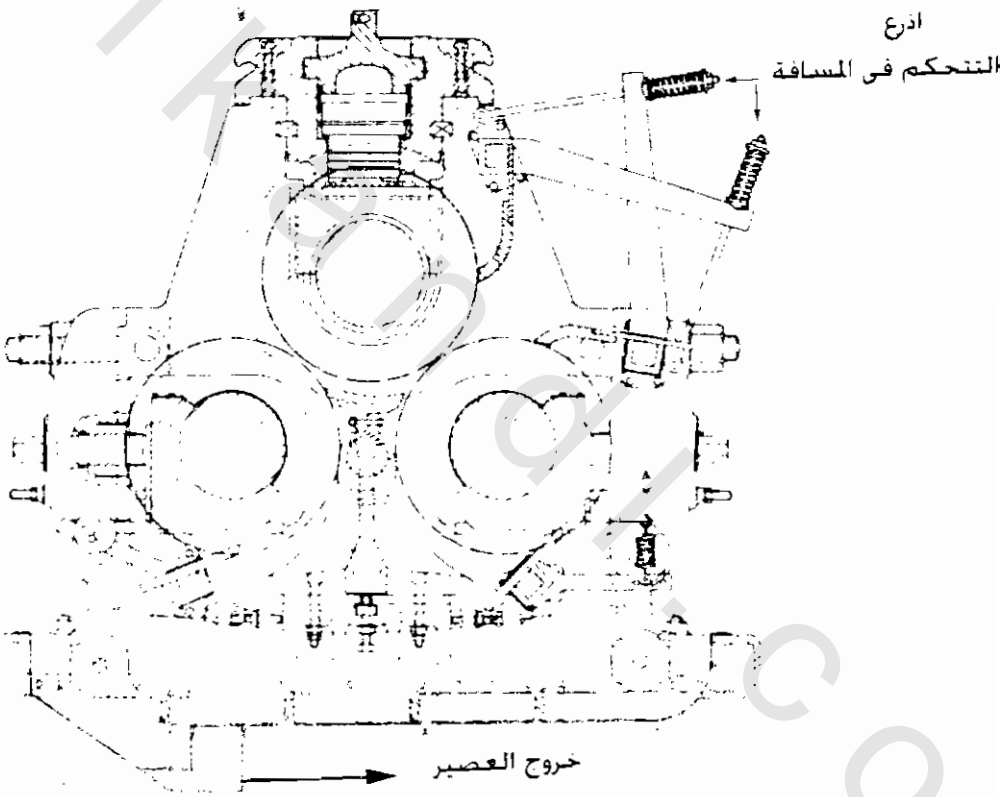
أما بالنسبة للهراسات Crusher فهى تحتوى على إثنين أو ثلاث سلندرات ذات تجاويف وهى تعمل على إستخراج ما يقرب من ٤٠ - ٧٠٪ من العصير ويجرى العصير أثناء الإستخلاص من هذه التجاويف Grooves طوليا مع تنظيم عملية سريان العصير إلى خارجها ، وقد يستخدم أكثر من جهاز للهرس More than one crusher على التوالى وعادة ما يكون للجهاز الأول سلندرات ذات سنون أكبر وبالتالى تجاويف أكبر عن الهرامات التالية فى خط التصنيع (انظر قطاع طولى فى سلندرات الهرس شكل ٦ - ١٠) .

أجهزة العصر Milling Machinery :

هناك المعاصر التقليدية والشائع إستخدامها فى هذه الأيام وهى التى تحتوى على ثلاثة سلندرات مرتبة أفقيًا فى وضع على هيئة رؤوس للمثلث شكل (٦ - ١١) ، وعادة ما يستخدم داخل المصنع الواحد من ٣-٧ وحدات من هذه الأجهزة وهناك مقاييس معروفة عالميا عن طول وقطر هذه السلندرات المستخدمة بالبوصة كمايلى :



شكل (٦-١١) وحدة العصر ودخول القصب



شكل (٦-١٢) أجهزة عصر توضح أذرع التحكم فى التشغيل

جدول (٦-٥) أبعاد أجهزة العصر للقصب

الأبعاد بالبوصة		الأبعاد بالبوصة	
الطول	القطر	الطول	القطر
٣٦	٢٠	٦٠	٣٠
٤٢	٢٢	٦٦	٣٢
٤٨	٢٤	٧٢	٣٢
٥٤	٢٨	٧٨	٣٤

قدرة أجهزة العصر Milling Capacity :

عادة ما تقاس قدرة أجهزة العصر تبعا لبعض الأسس إما على أساس :

طن قصب / ساعة .

طن قصب / يوم .

ويتحكم فى ذلك مجموعة من العوامل نذكر منها :

أ - إعداد القصب .

ب- الألياف الموجودة فى القصب .

جـ- طول وقطر السلندرات .

د- سرعة السلندرات .

هـ- قدرة قسم التغذية .

و- الضغط عل السلندرات .

التجاويف أو التسنين فى السلندرات Grooving of Rollers :

تحتوى جميع السلندرات على تجاويف على شكل حرف ٧ فى سلندر التغذية العلوى وكذلك السفلى . أو قد يكتفى بوجود التجاويف فى السلندر السفلى أما السلندر الموجود فى جهة خروج القصب فهو يحتوى على أقل عدد من التجاويف (٤ - ٦ / بوصة) ويتراوح عمق التجويف بين (٠,٤٢ - ٠,٦٤ سم) ومن الطبيعى أن تزيد عمق التجاويف فى السلندرين الأوليين ، ويختلف عدد التجاويف / بوصة وعمقها من بلد إلى أخر .

obeikandi.com

أسلوب الضغط على السلندرات Pressure on Rollers :

التحكم فى الضغط على السلندرات العلوية يتم عن طريق نظم هيدروليكية وبحيث يؤدى ذلك إلى تنظيم مرور القصب ويتم ذلك من خلال متابعة مؤشر خارجى يوضح مدى إنتظام خط سير القصب إلى المعصرة وفى نفس الوقت يمكن أن تتم عملية التغذية بالقصب بالمعدلات التى تتناسب مع كفاءة التشغيل - ومن الطبيعى أن هناك أيضاً نظام يسمح بالتحكم فى المسافة بين السلندرات وكذلك فى سرعتها .

نواقل المصاص البينية Intermediate Bagasse Carriers :

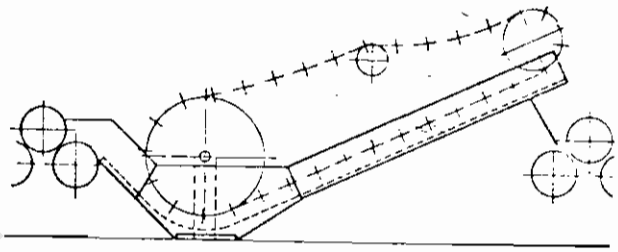
يحتاج الإستخلاص الكامل للعصير من القصب أن يمر المصاص على أكثر من معصرة لإستخلاص أكبر كمية من العصير وعليه فإنه توجد نواقل تقوم بمهمة تحريك هذا المصاص من جهاز إلى آخر .

وقديما كانت تستخدم نواقل خشبية متحركة أو نواقل من الصلب تمر فى أحواض لأداء هذه الوظيفة ، ولكن حديثا أصبح إستخدام النواقل المصنوعة من المطاط Rubber - belt هى لمقدرتها على تحمل التشغيل والنظافة وسهولة التغيير وهى التى يتم إحلالها فى جميع المصانع التى يتم تجديدها فى هذه الآونة .

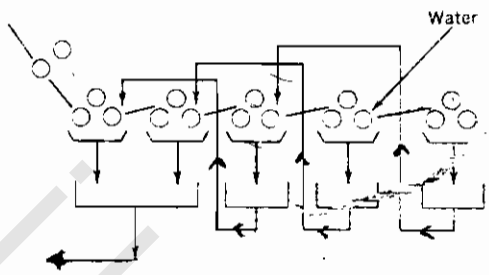
عملية الترطيب Maceration :

بإستخدام الأجهزة السابق توضيحها فإنه يتم استخلاص كمية من العصير بعد عملية التقطيع والهرس وكذلك العصر تصل إلى حد يتوقف على مقداره الموجود أصلاً فى القصب وكذلك فإنه من المعتاد آن يضاف كمية من الماء إلى المصاص بعد كل عملية عصر وذلك للمساعدة فى إستخلاص كمية أكبر فى المرحلة التالية . . أو قد يضاف نسبة من العصبر المخفف الناتج وجميع هذه الإجراءات تهدف إلى تليين الخلايا بما يسهل إستخلاص أكبر قدر من العصير بداخلها عند تعرضها لمرحلة العصر التالية وتسمى عملية إضافة الماء والتخفيف بالعصير بعدة مصطلحات وهى Imbibition و Maceration .

وقد تجرى هذه العملية فى خطوة واحدة أو فى خطوتين أو فى أكثر من خطوة وعادة ما تتراوح كمية الماء المستخدمة فى النقع والتخفيف أثناء الإستخلاص لتكون بين ٢٥ - ٤٠٪ . . . . وهذا بالطبع يتباين تبعا لنسبة الألياف الموجودة فى القصب - ويمكن أن يضاف الماء إلى المصاص فى أحواض شكل (٦-١٣) للنقع أو أن يرش بمصادر مياه أثناء مروره من خطوة إلى أخرى .



(أ)
الترطيب والنقع
فى الأحواض



(ب)
الترطيب متعدد الخطوات

شكل (٦-١٣) طرق الترطيب

كذلك فإنه قد يستخدم الماء أما بدرجة الحرارة العادية (٢٠ - ٢٥°م) أو يتم إستخدام ماء يصل درجة حرارته إلى ٨٠°م وإن كان النظام الأخير قد يؤدى إلى تبخير بسيط للعصير من المصاص أثناء النقل .

درجة النقاوة للعصير الناتج Juice Purity :

يلاحظ أن العصير الناتج من الهراس أو المعاصر المتتالية يختلف تبعاً لما يتعرض له من ضغط ونسبة تركيز . ويلاحظ مع إستمرار عملية الإستخلاص المتتالية أنه تقل درجة النقاوة ونسبة تركيز السكروز فى العصير وكذلك قراءة البولاريمتر ويظهر ذلك من الجدول التالى :

جدول (٦-٦) تركيز العصير ودرجة نقاوته فى مراحل العصر المتتالية

مرحلة الإستخلاص	درجة البركس (أ)	قراءة البولاريميتر (ب)	درجة النقاوة ($\frac{ب}{أ} \times ١٠٠$)
هراس	١٧,١٦	١٤,٥٠	٨٤,٥٠
المعصرة الأولى			
السلندر الأمامى	١٧,٠٨	١٤,١٢	٨٢,٦٧
السلندر الخلفى	١٦,١٣	١٣,٠٦	٨٠,٩٧
المعصرة الثانية			
السلندر الأمامى	٧,٦٣	٥,٨٣	٧٦,٤١
السلندر الخلفى	٩,٣٧	٧,٣١	٧٨,٠١
المعصرة الثالثة			
السلندر الأمامى	٥,٠٤	٣,٧٣	٧٤,٠١
السلندر الخلفى	٦,١٤	٤,٥٤	٧٣,٩٤
المعصرة الرابعة			
السلندر الأمامى	٣,٠٠	٢,١٢	٧٠,٦٠
السلندر الخلفى	٤,٥٢	٣,٢٦	٧٢,١٢

ويلاحظ من الجدول أن درجة النقاوة والتركيز للعصير الناتج من السلندر الخلفى أكبر من السلندر الأمامى الذى يستخلص منه نسبة أكبر من العصير ولكن معظمه يحتوى على ماء النقع بما يقلل من تركيزه ، بالمقارنة بذلك العصير الناتج من السلندر الخلفى .

تأثير تركيب القصب على عملية العصر :

يلاحظ أن تركيب القصب يكون له تأثير على كفاءة الإستخلاص من القصب ، ومع كفاءة عملية الإستخلاص فإن المصاص الناتج يحتوى على ٥٠ ٪ ألياف ، ٤٥ ٪ رطوبة بينما أصناف أخرى من القصب عند عصرها فى نفس المصنع فإنها تنتج مصاص يحتوى على ٤٥ ٪ الياف ، ٥٠ ٪ رطوبة .

obeikandl.com

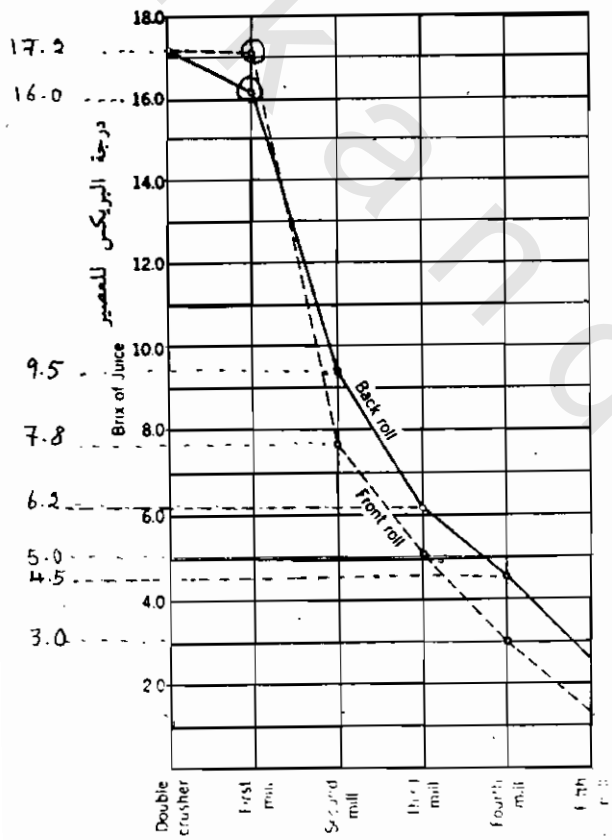
ومن المعروف أن وجود نسبة عالية من الألياف فى القصب تعيق عملية الإستخلاص للعصير ، وكذلك فإن الأوراق المحيطة بساق القصب والقمم غير الناضجة التى تبقى فى القصب كنتيجة الحصاد الآلى تساهم أيضا فى ارتفاع نسبة الألياف وبالتالى تؤثر على نسبة الاستخلاص .

كفاءة عملية العصر Milling Efficiency :

تقاس عملية العصير وكفاءتها بما يسمى نسبة درجة البولاريميتر فى العصير إلى درجة البولاريميتر فى القصب ويسمى ذلك (Pol extraction) .

تركيز البركس للعصير Brix of Juice :

توجد بعض المنحنيات الموضوعة عالميا عن تركيز السكر مقاسا بدرجات البركس . . . حيث يؤخذ عينات من مخارج العصير الناتج من كل سلندر أمامى أو خلفى وبحيث يمكن أن يتكون منحنى عن تركيز السكر والمواد الصلبة الذائبة مع تتابع عملية العصر وإستخلاص العصير ويوضح شكل (٦-١٤) صورة لمنحنى قراءة البركس .



شكل (٦-١٤) منحنى قراءة درجة البركس فى العصير

٣ - ٤ عملية التصفية والترويق للعصير

Straining & Clarification (Defecation) of Juice

٣-٤-١ التصفية الآلية أو الميكانيكية Mechanical Straining :

تصفية بهدف التخلص من أى مواد غريبة قد تكون بداخله - ويستخدم لذلك نظام Dorrclone شكل (٦-١٥) والذى يمكن عن طريقة تصفية وترويق جزئى لما يقرب من ٢٨٠ جالون / الدقيقة - وهى تحتوى على قماش ذو ثقوب دقيقة ومع إتجاه العصير بقوة الطرد المركزى يمكن التخلص من أى بقايا تعكر العصير الناتج .

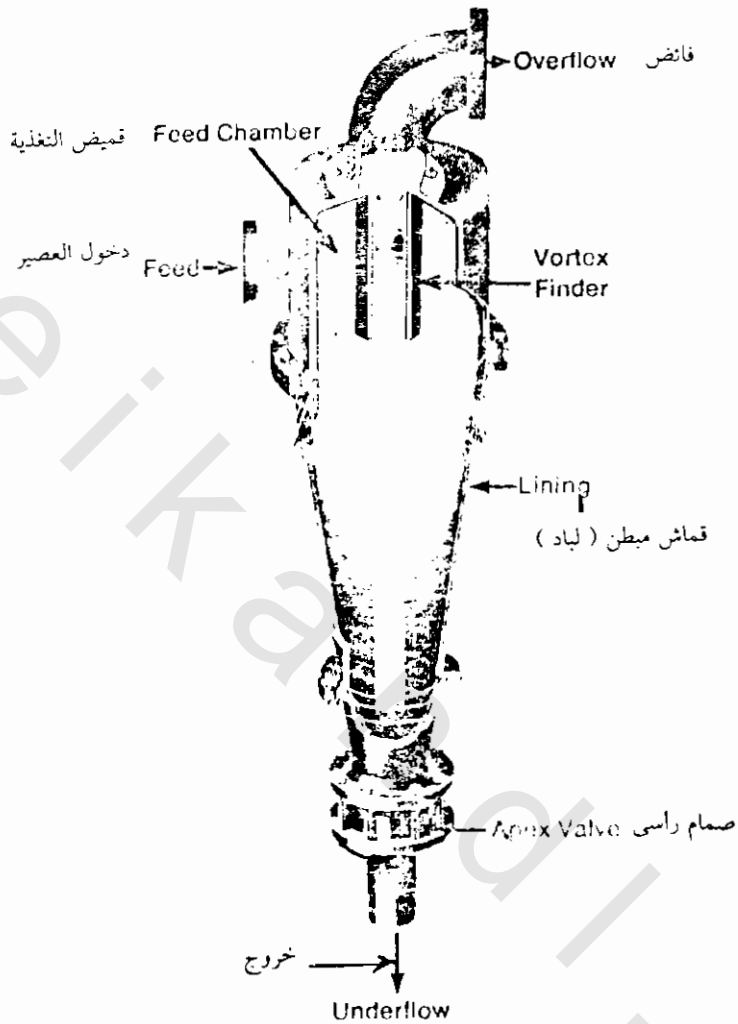
وكذلك يستخدم لنفس الغرض بعض المصافى ذات الثقوب سعة ١مم وهى تعتمد على مرور العصير على قضبان طويلة يمكن التحكم فيها وتصل كفاءتها إلى ١٢٠ جالون/الدقيقة ومن الطبيعى أن تنظيف الثقوب بصفة مستمرة يساعد على زيادة كفاءة هذه المصافى . ولاشك أن عملية التصفية التى تحدث فى العصير تساعد فى الخطوات التالية من الصناعة - ويبين شكل (٦-١٦) هذه المعدات .

٣-٤-٢ الترويق بإستخدام لبن الجير Defecation by lime :

من الطرق المعروفة فى عملية الترويق إستخدام الحرارة ولبن الجير كأبسط صور الترويق - وعلى العموم فإنه يوضع كمية كافية منه لمعادلة الأحماض العضوية الموجودة فى العصير - وعندما تصل درجة الحرارة إلى ٩٥°م أو أعلى . . فإن لبن الجير مع الحرارة يساعد فى عملية ترسيب للمركبات حيث يلاحظ وجود جزء أخف من العصير وجزء آخر أثقل من العصير وهو الذى يحتوى على أملاح الكالسيوم غير القابلة للذوبان بالإضافة إلى الشموع والدهون والصموغ المعلقة فى العصير .

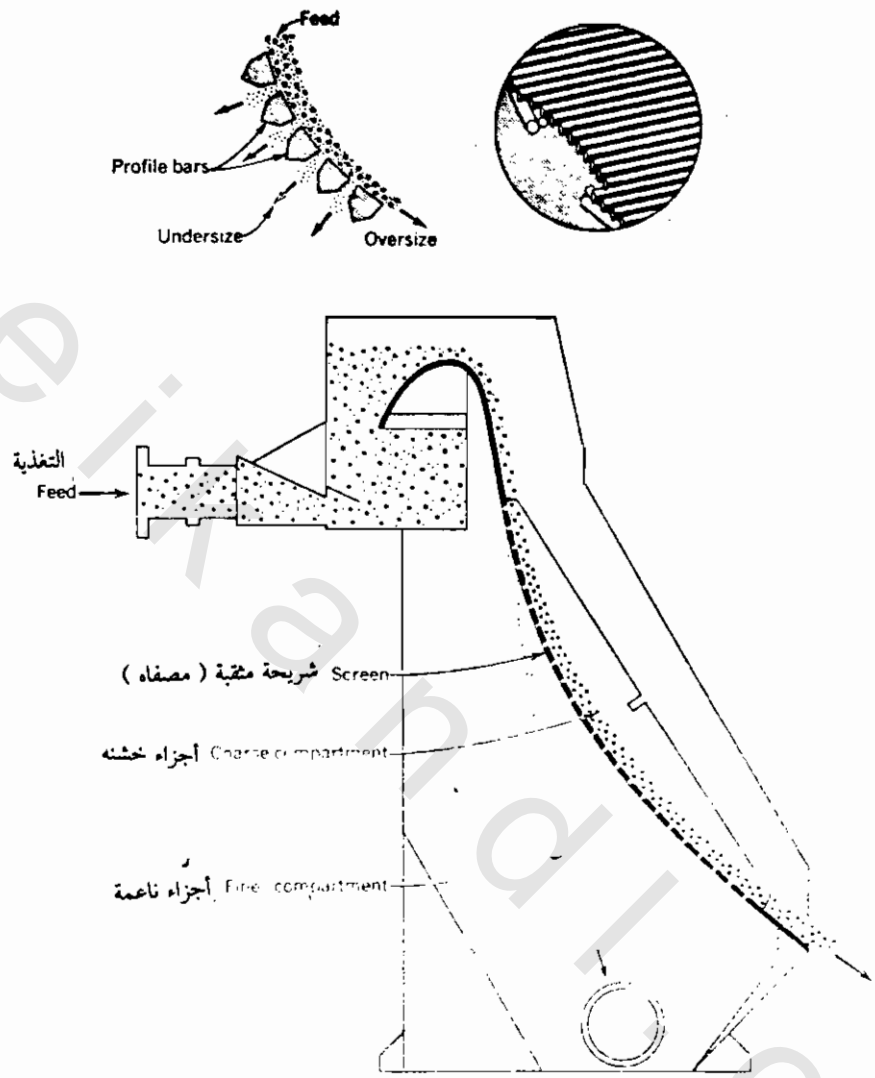
وهناك عدة عوامل تدخل فى الإعتبار عند إضافة لبن الجير منها طريقة الاضافة والزمن ودرجة الحموضة ، وهل يتم ذلك قبل التسخين أو بعد التسخين . . وكذلك درجة الحرارة وهل يتم ذلك على مرحلة واحدة أو أثنين كما أنه قد يستخدم بعض المركبات الفوسفاتية الذائبة .

obeikandl.com



شكل (٦-١٥) أجهزة التصفية بالطرد Dorrclone

obeikandl.com



شكل (٦-١٦) نموذج للمصافى المستخدمة لتصفية العصير

obeikandl.com

ويتبع مع إضافة لبن الجير نظم متتابعة وبحيث يتم إختلاط العصير مع لبن الجير فى أكثر من تانك ، ويتم ضبط لبن الجير بحيث يكون الكثافة للناتج حوالى ١٥ بوميه ويستتبع ذلك وجود تانكات خاصة يتم فيها إعداد لبن الجير المستخدم فى هذه الخطوة كما قد يضاف لبن الجير فى صورة سكارات الكالسيوم Calcium Saccharate وقد وجد أن لذلك مميزات بالمقارنة بإضافة لبن الجير والذى يقتضى إستخدامه إستمرار عمليات الصيانة فى المواسير التى يمر فيها أثناء دفعه فى هذه التانكات .

أما عن مواصفات الجير المستخدم فإنه يجب أن يكون من الدرجات المرتفعة النقاوة ويحتوى على كا ا من ٨٥ - ٩٠٪ ، ٢٪ من الرطوبة وشوائب أخرى (من أكاسيد السليكون والحديد والألومنيوم والمغنسيوم) . ويتراوح نسبة لبن الجير المضاف إلى العصير لتكون فى حدود ٠,٤٥ - ٠,٥٥٪ لكل طن من العصير .

ولقد أمكن عن طريق قياس درجة الحموضة بواسطة ورق الـ pH أن يعوض ذلك قياس الحموضة . . وبحيث يترتب على الوصول إلى درجة محدودة من الحموضة الحصول على أفضل ناتج من العملية - ولقد وجد أن أفضل رقم حموضة هو رقم pH 7 حيث يؤدى ذلك إلى سرعة الترسيب مع الحصول على العصير خالى من العكارة Turbidity على أنه يمكن الإستعانة بإضافة مواد أخرى مثال الفوسفات أيضا للحصول على ترويق كامل .

ولتجنب حدوث إنخفاض فى رقم الحموضة فإنه يتم إضافة لبن الجير إلى درجة تعطى رقم حموضة أكبر توقعا إذا ما حدث إنخفاض فى رقم الحموضة كنتيجة لإرتفاع الحرارة والترسيب ، وقد أعزى كثيرون الإنخفاض فى رقم الحموضة أثناء هذه الخطوة إلى تغيرات ميكروبيولوجية وإن كان آخرون يعزون ذلك إلى تأثير خامس أكسيد الفوسفور P_2O_5 على العصير . . . وهى غير قابلة للذوبان وترسب تاركة العصير أكثر حموضة (وينخفض لذلك رقم الحموضة) .

وتبعا لذلك فإنه من المفضل العمل على ضبط رقم الحموضة بوسيلة أوتوماتيكية ومستمرة وبحيث يسمح ذلك بالمحافظة على درجة ورقم الحموضة المطلوب ومن الطبيعى أن يتم تصميم أجهزة تعمل على تحديد إضافة لبن الجير بطريقة منتظمة ومرتبطة مع درجة الحموضة المطلوبة .

obeikandi.com

درجة الحرارة المستخدمة :

تصل درجة الحرارة النهائية للعصير أثناء فترة الترويق من ١٩٤ف إلى ٢٣٨ف (٩٠ - ١١٥م) وإن كان من المعروف الآن أن أفضل درجة حرارة هى تلك التى تعلو مباشرة درجة الغليان أى فى حدود (١٠٣م) .

وعادة ما يضاف لبن الجير أولاً إلى العصير ثم يتم رفع درجة الحرارة إلى الدرجة المطلوبة وتسمى تلك الخطوة Cold liming أما إذا تم تسخين العصير أولاً ثم أُضيف لبن الجير عند درجة الحرارة القصوى فإن ذلك يسمى Hot liming .

معادلة القلوية :

عادة ما يتم معادلة القلوية الناتجة من إضافة ماء الجير بواسطة إستخدام SO_2 وتتوقف الكمية المستخدمة تبعا للتركيز الموجود من Ca O الموجود فى اللتر من العصير .

$$2\,Ca(OH)_2 + 2\,H_2SO_3 = \downarrow 2\,CaSO_3 + 4\,H_2O$$

ويمكن مع عملية الترسيب فصل الراسب عن طريق الترشيح .

ويؤدى إستخدام Sulfur dioxide أيضا إلى :

ا - المساعدة فى تبييض العصير من خلال فعله على المواد الملونة .

ب- خفض اللزوجة فى العصير المعامل .

ويمكن أيضا إستخدام ثانى أكسيد الكربون المتكون من إحتراق الحجرالجيرى ،

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$$

حيث يقوم ثانى أكسيد الكربون بعد ذلك بعملية المعادلة للكمية الزائدة من الجير .

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$

المواد الراسبة Sediment Substances :

هناك أختلاف فى الآراء بشأن ما يحدث من تفاعلات أثناء فترة الترويق ولكن من المعروف أن الرواسب المتكونة هى عبارة عن مركبات ثلاثية الكالسيوم والفوسفات أو مركبات فوسفات الكالسيوم وهى تبدأ فى صورة بللورية صغيرة وسرعان ما تكبر عن طريق الجذب السطحى أو تمتص حولها المواد غير السكرية الموجودة فى المحلول السكرى .

obeikandl.com

ويمكن تحديد الوظائف فى :

ا - يتم معادلة الأحماض العضوية الموجودة فى العصير مكونة ملح الكالسيوم لهذه الأحماض .

ب- الإضافة المستمرة تؤدى إلى الإتحاد مع حامض الفوسفوريك الموجود فى العصير مكونة $Ca_3 (PO_4)_2$ Acid calcium phosphate .

جـ- يرتبط مع أى مواد نيتروچينية موجودة مثال المواد الألبيومية Albuminoids ، والمواد الصمغية Gummy والتى يتم بعد ذلك رسوبها .

د- يتم الإتحاد مع البكتين ويكون مواد قابلة أو غير قابلة للذوبان ويساعد ذلك فى إحداث رسوب للمكونات غير قابلة للذوبان .

هـ- يتحد ماء الجير مع أى مواد ملونة تتواجد مع العصير مثال « الكوروفيل » أو « الأنثوسيانين » .

التجهيزات الخاصة بإعداد لبن الجير

Lime Preparation Equipment

هناك مجموعة من التانكات الخاصة بإعداد لبن الجير يجب أن تتوافر لهذا الغرض ويتم وضع الجير الطازج الحى حيث يتم إضافة الماء اليه فيتم تكوين هيدروكسيد الكالسيوم - وبعد ذلك تجرى عملية تصفية للناتج خلال مصافى ذات ثقوب ضيقة - ويتم إستقبال لبن الجير فى تانكات بها مقلبات ويضاف إليها الماء بالنسبة المطلوبة - ويوجه إلى حيث يتم دفعه بواسطة طلمبات خاصة إلى مكان الإستخدام .

التجهيزات الخاصة بإنتاج ثانى اكسيد الكبريت

Sulfur Doixide Installation

عادة ما تزود المصانع بحجرات أو أماكن يتم تعرض الكبريت فيها إلى الاحتراق فى وجود الهواء عند درجة حرارة ٣٦٣°م وتزود وحدات الإحتراق بنظام تبريد للماء حول هذه المقصورات التى تصنع من الحديد المقوى Cast iron .

وحتى يتم تجنب ظهور ثالث أكسيد الكبريت ($2 SO_2 + O_2 = 2 SO_3$)، فإنه يتم إجراء تبريد مفاجئ للغاز الناتج SO_2 لتقليل نسبة إستمرار التفاعل ويمنع تكوين ثالث أكسيد الكبريت SO_3 .

obeikandl.com

٣ - ٥عملية التركيز وتبلور السكر Concentration & Sugar Grystallization

محطة تانكات أو حلل التركيز Concentration Tanks (Pans) :

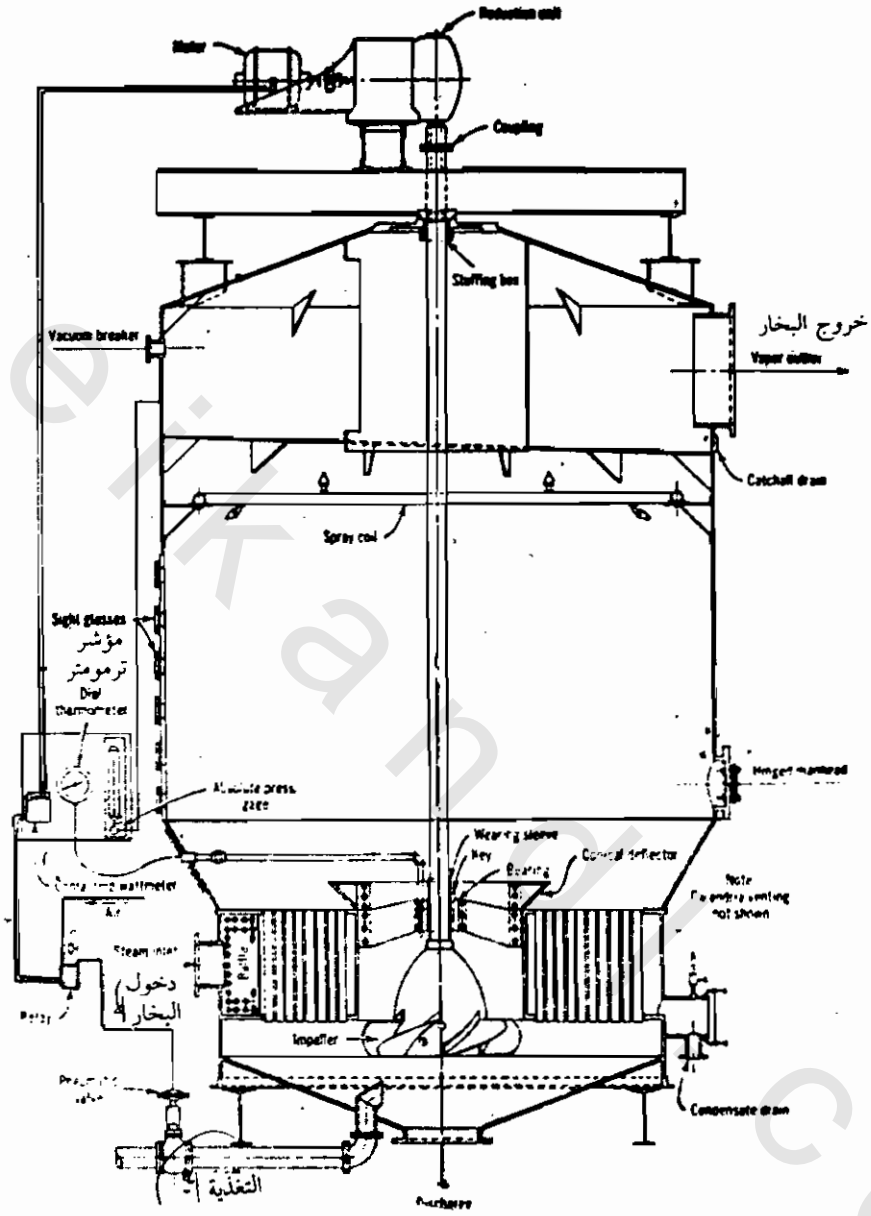
المهمة الأساسية لهذه التانكات هى الوصول إلى إعداد بللورات سكرية سواء من العصير الناتج وهو ١٢ - ١٦ بركس أو من المولاس الداخل اليها بعد أن يصل تركيزه أعلى من درجة فوق التشبع Supersaturation . ويتراوح تركيز الماسكويت الخارج منها بين ٦٠ - ٦٧ - ٧٠ درجة بركس وقد يصل إلى ٧٤ بركس وذلك فى حالات تكرير السكر ، ويستمر تكوين بللورات السكر عند التركيز المرتفع وتقل سرعة تكوين البللورات عند التركيز المنخفض (٦٧ ٪) .

ويوجد من هذه التانكات نظم تعتمد فى عملية التركيز على إستخدام البخار الحى للوصول بالحرارة إلى ٢٢٣°ف (١٠٦°م) أو ما يعتمد على إستخدام البخار مع التفريغ لخفض الحرارة إلى ١٧٠ - ١٢٥°ف (٧٦,٦ - ٥١,٦°م) والنوع الأخير هو الشائع الإستخدام خاصة فى المراحل الأخيرة من التركيز .

ويبدأ عادة العسل المركز أو الماسكويت فى تكوين بللورات سكرية بالقرب من المنطقة ذات الحرارة العالية . . ومع وجود حركة دائرية داخل هذه التانكات تبدأ فى أزدياد كميات البللورات المتكونة حول مركز التانك .

وكما هو واضح من شكل (٦ - ١٧) نموذج لأحد تانكات التركيز فإننا نلاحظ أن قاعدة التانك على شكل مخروطى ولكن زاوية الميل فى حدود ٢٠° فقط - كما أن نقطة التغذية يجب أن تكون بجوار أو قرب من صمام التغذية وذلك حتى يمكن أن يوجه العصير إلى منطقة الدفع المركزية Empeller (المحرك الوسطى) ومع التقليب يتم التبخر وبالتالى التركيز .

obeikandi.com



شكل (٦-١٧) تانكات التركيز

أسلوب العزل فى حلل التبخير والتركيز Insulation in Pans :

إذا حدث فقد فى الحرارة من الحلل المستخدمة فإن ذلك يعتبر مجال فقد كبير للحرارة - وعليه فإنه يفضل أن يتم إجراء عزل جيد لهذه الحلل عن طريق تغطيتها من الخارج بواسطة بلوكات من الأسبستس سمك ١,٥ - ٢ بوصة Asbestos - magnesium, Blocks وقد تستخدم بلوكات من الكيسلجُوهر Keiselguhr ، بالإضافة إلى ذلك يتم دهان هذه الحلل بواسطة دهان الألومنيوم Aluminum paint .

وحديثا وإعتبارا من عام ١٩٦٠ وعام ١٩٦٨ استخدم ما يسمى بالمواد ذات الجذب السطحى (Surfactants) كمواد تضاف أثناء هذه المرحلة للمساعدة فى عملية التبلور ولتحسن من كفاءة هذه العملية .

البلورة وأساليبها Crystallization Systems :

هناك مجموعة من الإعتبارات تراعى أثناء هذه الخطوة منها ما يتعلق بإسلوب التبلور :

ا - التبلور على مرحلة واحدة Single stage : حيث يعتمد ذلك على دفع الشراب أو المحلول السكرى فى أجهزة التركيز الدائرية مع إضافة نواة من بللورات السكر من وحدات خاصة .

ب- وقد يتم التبلور إعتماداً على إتمام تبخير سابق للشراب عند درجة حرارة عالية . . مع تركيز عالى للشراب ، ويتبع ذلك إضافة (نواة السكر Seed) والتبريد التدريجى .

جـ- البلورة اعتمادا على مجموعة من تانكات أو حلل التركيز المتتالية مع إضافة (نواة السكر Seed) فى التانك أو الخلية الأولى من العملية ويستمر خط السير إلى حين خروج الماسكويت المحتوى على السكر المبلور من آخر خلية (أو تانك) ، والذى يوجه إلى وحدات فصل البللورات (النفاضات) .

العوامل التى تؤثر فى بلورة السكر Factors affecting crystallization :

توجد عدة عوامل تؤثر فى معدل البلورة وكمية وحجم وشكل بللورات السكر الناتجة وأهم هذه العوامل مايلى :

obeikandl.com

(١) تركيز الشراب السكرى Syrup Concentration :

كلما كان الشراب السكرى أقل تركيزا وأخف قواما فإن البللورات الناتجة تكون أكبر حجما وأكثر تجانسا وانتظاما فى حين أن الشراب الثقيل القوام المرتفع التركيز يعطى بللورات دقيقة الحجم .

(٢) غليان الشراب Syrup boiling :

يجب أن يتم غليان الشراب السكرى بعناية كافية لتأثير ذلك على حجم وشكل البللورات ففى حالة الرغبة فى إنتاج بللورات كبيرة الحجم منتظمة الشكل فإن عملية الغليان يجب أن تتم بمعدل بطئ فى حين أن الغليان الشديد يناسب إنتاج بللورات صغيرة الحجم ولكن يجب المحافظة على إنخفاض درجة الغليان لتجنب حدوث تسخين شديد قد يؤدى إلى كرملة السكر ودكانة لون البللورات الناتجة .

(٣) عدد مرات الغليان Number of boilings :

عادة ما يتم غليان الماسكويت مع المولاس عدة مرات ولكن يجب عدم زيادة عدد مرات الغليان بدون ضرورة لذلك حيث أن زيادة عدد مرات الغليان يزيد من صعوبة عملية البلورة بسبب الزيادة التدريجية التى تحدث فى كمية المواد الغير سكرية التى توجد فى الشراب السكرى بالإضافة إلى أن ذلك يتطلب زيادة سعة حلل التركيز وجهاز البلورة والطرد المركزى ويؤثر فى عدد مرات الغليان عاملين هما :

أ) درجة نقاوة الشراب حيث أن الشراب الذى درجة نقاوته تتراوح بين ٨٢ إلى ٨٥° يتطلب ثلاث مرات غليان Three boiling process أما الشراب الذى ترتفع درجة نقاوته عن ٨٥° يناسبه أربعة مرات غليان Four boiling process بينما يكفى مرتين غليان للشراب الذى تنخفض درجة نقاوته عن ٨٢° .

ب) الانخفاض فى النقاوة : يعتمد عدد مرات الغليان على مقدار الخفض الذى يحدث فى النقاوة بين الماسكويت والمولاس بمعنى أنه إذا كانت درجة نقاوة الماسكويت ٩٠° ونقاوة المولاس الناتج بعد البلورة ٧٥° درجة فإن الانخفاض فى النقاوة يكون ١٥° بينما يكون الانخفاض فى النقاوة مساويا لـ ٣٠° إذا كانت نقاوة الماسكويت والمولاس الناتج منه ٦٠°

obeikandi.com

و ٣٠ درجة على التوالى ويؤثر فى ذلك عدة عوامل مثل طبيعة الماسكويت حيث يقل الانخفاض فى النقاوة بزيادة محتوى الماسكويت من البللورات الكاذبة وتركيز الماسكويت (بركس) فكلما ازداد التركيز ازداد مقدار الانخفاض فى النقاوة ودرجة الماسكويت حيث أنه فى حالة الماسكويت العالى الرتبة يكون الخفض فى النقاوة أقل بالمقارنة بالماسكويت المنخفض الدرجة أيضا كلما ازداد حجم البللورات يكون الانخفاض أقل .

(٤) اللزوجة Viscosity :

نمو البللورات يكون بطيئا فى الشراب العالى اللزوجة مما يقلل من معدل البلورة وإنفصال البللورات عن السائل الأم ويقلل من حجم البللورات الناتجة .

(٥) النسبة المئوية للبللورات فى الماسكويت

: Pencent of crystalls in masscuit

التركيزات العالية من الماسكويت يعطى إنتاج مرتفع من البللورات ولكن يجب أن لا يتجاوز حدا معينا إذ أن زيادة كمية البللورات يؤدى إلى إنخفاض قابلية الماسكويت للانسياب داخل جهاز البلورة والطرد المركزى وقد وجد أن ٤٠٪ تعتبر أفضل تركيز للبللورات فى الماسكويت حيث أن هذه النسبة تحافظ على إنسيابية الماسكويت بصورة جيدة ويجعل من السهل نقله إلى جهاز الطرد المركزى لفصل البللورات عن السائل الأم .

(٦) المواد الغير سكرية Non sugars impurities :

يتبقى فى الشراب السكرى بعد عمليات الترويق التى تجرى على العصير بعض المواد الغير سكرية التى توجد طبيعيا فى العصير وهذه المواد تمر مع الشراب إلى مرحلة البلورة ويؤدى وجودها بتركيزات مرتفعة إلى التأثير على قابلية السكروز للبلورة وبالتالى على تصافى البللورات الناتجة حيث أن بعض هذه المواد الغير سكرية مثل الأملاح (الرماد) يعمل على زيادة ذوبان السكروز مما يؤدى إلى صعوبة إنفصاله على صورة بللورات بينما تعمل السكريات المختزلة على خفض قابلية السكروز للذوبان ويسهل

obeikandl.com

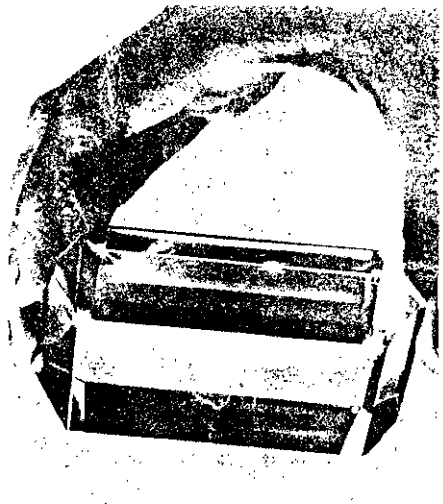
إنفصاله إلا أنه يجب أن لا توجد السكريات المختزلة بتركيزات عالية أثناء عملية الغليان حيث أن الزيادة فى السكريات المختزلة يكون على حساب تصافى السكروز الناتج ومن العوامل التى تؤدى إلى زيادة المواد الغير سكرية أثناء عملية البلورة إعادة دوران المولاس وما يحتويه من مواد غير سكرية عدة مرات أثناء الغليان فضلا عن ضعف عملية الغليان ذاتها .

(٧) نقاوة الشراب Syrup Purity :

الشراب السكرى العالى النقاوة والتى تزيد عن ٨٥ درجة يعطى بللورات مزدوجة Twinned grains أو تجمعات بللورية كبيرة الحجم وعلى العكس من ذلك الشراب الأقل نقاوة يعطى حبيبات بللورية أصغر حجما وأكثر تجانساً ولذلك فإن عملية البلورة عادة ما تجرى على شراب عالى النقاوة بعد خلطه مع المولاس والمتبع عادة اجراء بلورة ماسكويت منخفض النقاوة مع شراب درجة نقاوته يتراوح بين ٧٠ إلى ٨٠ درجة لاعطاء بللورات متجانسة صلبة خالية من أى كتل أو تجمعات بللورية وعادة ما يوصى خبراء صناعة السكر بأن تكون كثافة الشراب السكرى ٦٠ بركس حيث أن ارتفاع الكثافة عن ذلك يعطى بللورات ذات حجم غير منتظم ويشجع تكوين بللورات كاذبة بينما إنخفاضها عن ذلك يعيق عملية الغليان ويزيد من البخار المستهلك فى الغليان .

(٨) درجة حرارة السائل الأم Temperature of mother liquid :

يجب عدم تسخين الشراب السكرى إلى درجات حرارة عالية قد تؤدى إلى حدوث تحلل للسكروز Inversion وبالتالى زيادة الفقد فى تصافى السكر ولذلك يجب أن لا تزيد درجة الحرارة عن ٦٥°م كحد أقصى ويفضل أن تكون ٦٠° كدرجة حرارة مثلى.



منظر مكبر لشكل بللورة السكرور

شكل (٦-١٨) أشكال متعددة من بللورات السكرور المتباينة فى الحجم - وأعلى بللورة مكبرة

obeikandl.com

٣-٤-٣ أجهزة الطرد المركزى (النافضات) Centrifugal Equipment :

فى آخر مراحل الصناعة يتم توجيه الماسكويت إلى أجهزة الطرد المركزى التى تقوم بفصل بللورات السكر عن باقى المكونات ويطلق على هذه الخطوة Curing أو Purging .

وتحتوى أجهزة الطرد المركزى على أسطوانات معدنية مثقبة تساعد على حركة الطرد المركزى الرأسية فى توجيه البللورات إلى جوانب الأسطوانة المعدنية حيث يتم التخلص مما يعلق بالبللورات عن المولاس .

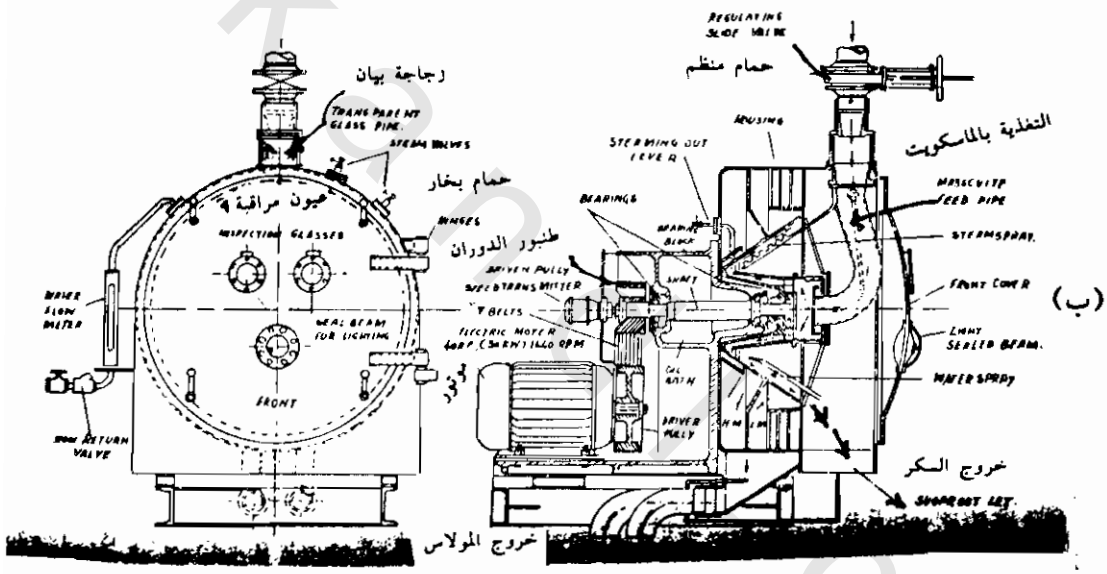
ويوجد أسفل الأجهزة ميل مسطح بسيط يسمح بمرور المولاس وإنتقاله من أسفل الأجهزة حيث يوجد ممرين أسفل الأجهزة احدهما بزاوية ميل ٤٠ - ٤٥° ويسمح بتحرك المولاس عالى الجودة بينما يوجد ممر آخر يؤدى إلى ممر له زاوية ميل ٦٠° ليسمح بتحرك المولاس اللزج منخفض الدرجة Sticky low grade (شكل ٦-١٩) .

وإذا بحثنا فى سعة الثقوب الموجودة فى أسطوانات الفصل وشكل هذه الثقوب فإننا نلاحظ أنها تتراوح بين ٤٠٠ - -٦٢٥ ثقب مستدير قمعى فى البوصة المربعة - أما فى حالة وجود الثقوب المستطيلة فهى تتراوح بين ٠,٠٢ بوصة (٠,٥مم) سعة الداخل ، ٠,٠٢٨ بوصة (٠,٧مم) السعة من الخارج .

وتقوم الشركات بالتحكم فى سرعة الدوران للأجهزة والتى تتراوح بين ٩٠٠ - ١٢٠٠ لفة / دقيقة بما يتناسب مع أحكام الفصل للبللورات تبعا لقطر أسطوانات الفصل وكذلك وزن اللوط الذى يتم إجراء عملية البلورة منه .

وإذا أخذ مثالا أجهزة الطرد المركزى قطر ٣٠ ، ٣٦ ، ٤٠ ، ٤٢ بوصة فإن السرعات تتدرج فى الإنخفاض مع زيادة القطر - وكما يوضع فى الإعتبار إحتياج أجهزة الطرد المركزى للقدرة المحركة .

(أ)



(ب)

شكل (٦-١٩) محطة أجهزة الطرد المركزى لفصل بللورات السكر

(أ) أعلى عنبر النافضات

(ب) أسفل قطاع طولى وعرضى فى النافضات المستمرة

٣ - ٦ تجفيف السكر Sugar Drying :

بعد مغادرة السكر لأجهزة الطرد المركزى يكون محتوى على نسبة من الرطوبة ودرجة الحرارة للبللورات بين ٦٠ - ٧٠°م بما يستتبع إجراء عملية تبريد وتجفيف للسكر عن طريق إستخدام الهواء الساخن .

ويتم التجفيف من خلال إستخدام وحدات تجفيف أفقية أو رأسية يحرك إليها السكر عن طريق براريم حلزونية أو سيور - وكما يمكن إستخدام نظم التحريك فى وحدات مائلة إلى أجهزة التجفيف بما يقلل من تعرض البللورات للكسر .

وتعتبر السيور ذات العرض بين ١٢ - ٣٦ بوصة مفضلة فى نقل السكر دون تعرض يذكر إلى أى صدمات .

ويوجه السكر إلى :

(أ) أجهزة التجفيف الدائرية Rotary driers :

حيث يحدث أثناء التجفيف تلامس بين البللورات بما يساعد فى تقليل لمعانها وبريقها Lose lustre كما يؤدى إلى تواجد تراب السكر Sugar dust الذى يقتضى إستخدام أجهزة خاصة للتخلص منه خوفا من خطورته على المصنع .

(ب) أنفاق ومقصورات التجفيف Drying Tunnels :

وتستخدم ليدفع خلالها السكر دون تحريك يذكر على سيور أو على صوانى خاصة فترة من الزمن إلى حين الوصول إلى درجة الجفاف المطلوبة ويمكن أن يساعد دفع الهواء الساخن فى اتجاه معاكس لمرور السكر أن يسحب معه Sugar dust والذى يتم فصله فى أجهزة تشبه السيكلون .

أما عن درجة حرارة الهواء الساخن المستخدم فى التجفيف فهى يمكن أن تصل إلى ما يقرب من ١٠٠°م ولكن من المفضل النزول عن هذه الدرجة كلما أمكن ، وقد وجد أن درجة الحرارة بين ١٧٥ - ١٨٥° ف ، (٧٩,٤ - ٨٥° م) هى المفضلة تحت ظروف المناطق الحارة .

٣ - ٧ تبريد (تهوية) السكر Sugar Cooling :

يلزم قبل تعبئة السكر أن يتم تبريده إلى درجة حرارة الجو ويتم ذلك من خلال إستخدام :

obeikandi.com

(أ) المقصورات :

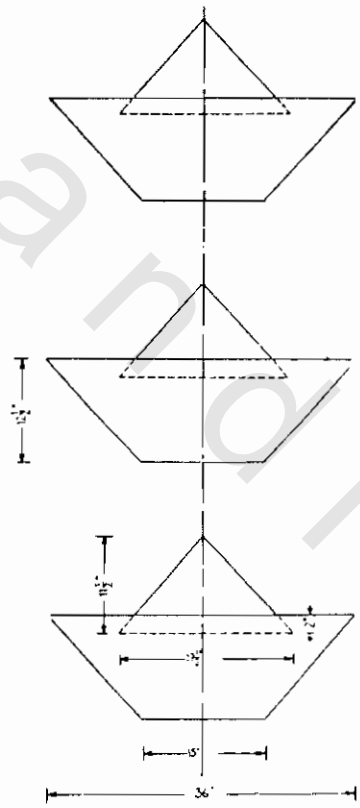
والتى يتم دفع تيار هـواء بارد فى داخلها ويترواح طولها بين ٥٠ - ١٠٠ قدم وعرضها حوالى ٣ - ٥ قدم .

(ب) مبردات ذات شكل الكون :

وهى تحتوى علـى أكثر من كون مرتبة بـالأسلوب الموضح فى الشكـل التالى (٦-٢٠) ومع وقوع السكر من الكـون العلوى إلى السفلى ومع تعرضها لأكبر نـسبة من الهواء البارد وتقلبه يحدث التبريد للبللورات .

(جـ) مبردات على هيئة صوانى :

حيث يتـحرك السكر وينـقل من موقع (صيـنية) إلى آخر عن طـريق الانزلاق Slide وتأخذ هذه المبردات الشكل الزجزاجى zigzag fashion .



شكل (٦- ٢) نظم تبريد السكر بمبردات على شكل الكون

obeikandl.com

٣ - ٨ تدريج السكر Sugar Grading :

السكر الناتج يكون محتويا على بللورات سكرية ذات أحجام متباينة بما يستبع معه ضرورة اجراء تدريج لهذا السكر فى أجهزة خاصة للوصول إلى طرح إنتاج للسكر يتصف بتجانس البللورات .

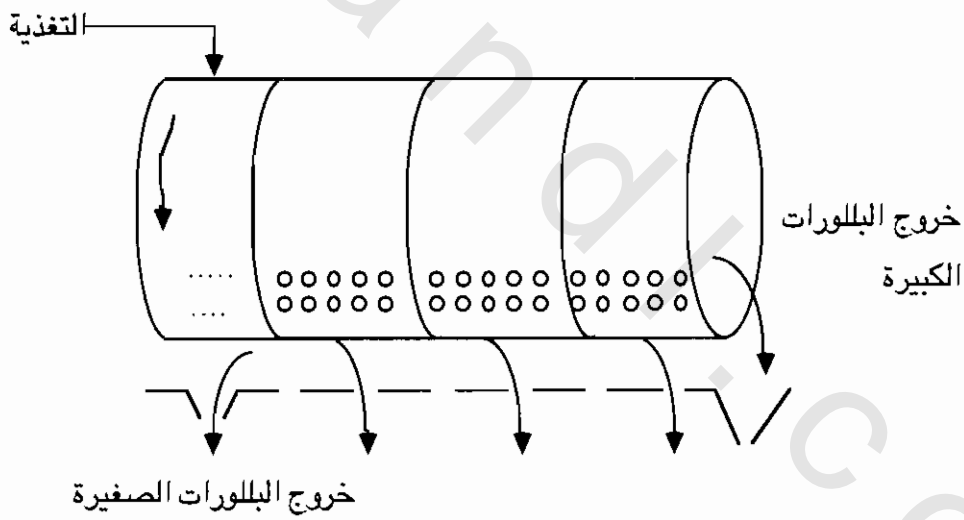
ويتم إجراء ذلك فى أجهزة النخل أو التدريج والتى يوجد منها أكثر من نموذج .

(أ) أجهزة النخل (التدريج) الدائرية Rotary Type Sifter :

وهى تحتوى على أسطوانات معدنية مثقبة متداخلة وبحيث تسمح الثقوب المتدرجة فى الحجم لهذه الأسطوانات باجراء فصل دقيق للبللورات فى ممرات أسفل أجهزة التدريج وعادة ما تكون الأسطوانات ذات الثقوب الأصغر إلى الداخل ويظهر ذلك فى شكل (٦-٢١) .

(ب) أجهزة التدريج بالاهتزاز Vibrating Type Sifter :

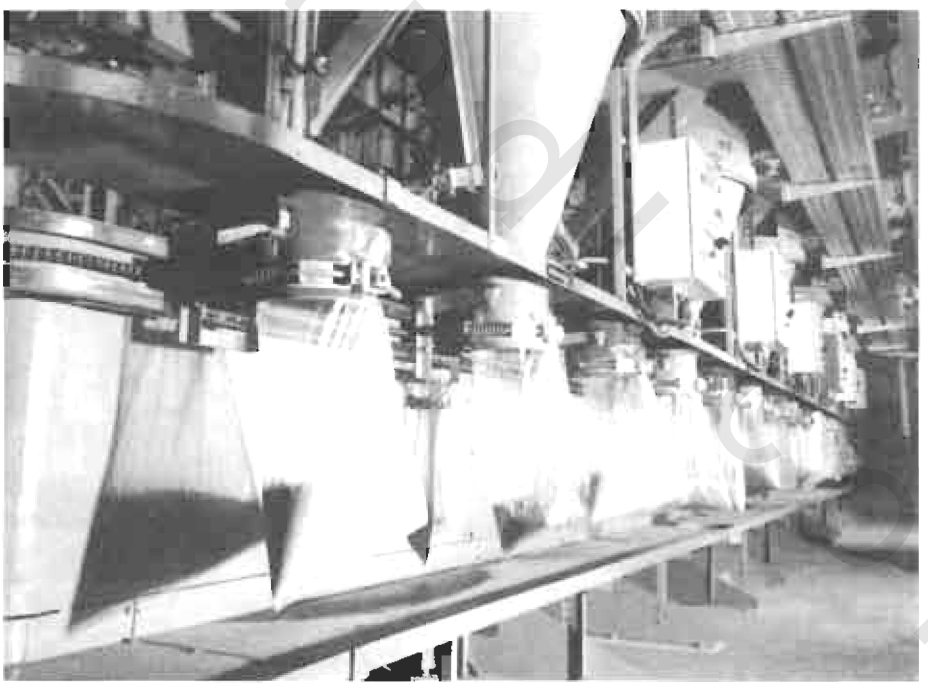
وهى أجهزة تتكون من أكثر من شريحة من المناخل ذات ثقوب متدرجة فى الإتساع إلى أسفل ويتم الفصل إعتمادا على دخول المنتجات من أعلى وخروجها من أسفل مع إجراء عملية هز أفقى تساعد فى تحريك السكر حيث يتم تدريجه إلى الأحجام المطلوبة .



شكل (٦-٢١) أجهزة التدريج الأسطوانية

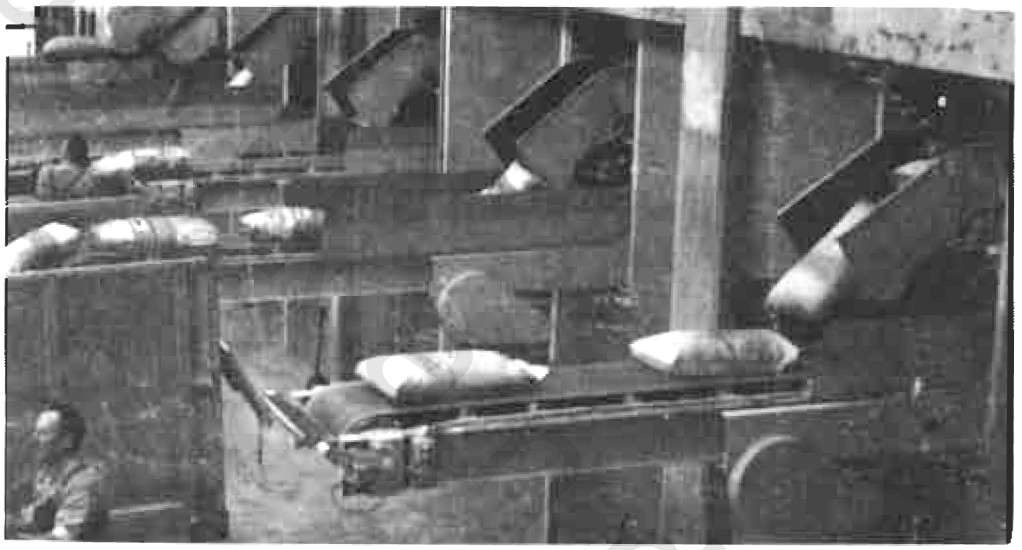
٣ - ٩ تداول ووزن السكر الخام Raw Sugar Handling & Weighing :

عادة ما يتم تداول السكر الخام فى معظم دول العالم فى صورة صب Bulk ويتيح ذلك سهولة التداول والحركة وكذلك يسهل أيضا من عمليات الوزن للسيارات أو القطارات التى تقوم بعملية النقل . . كما أنه يمكن أن يتم تعبئة السكر فى جوالات أو عبوات أصغر شكل (٦-٢٢) تبعا للغرض من الإستخدام وفى كلتا الحالتين تخصص ماكينات تعبئة ووزن لهذه العبوات لضمان تجانسها ، ويسهل نقل العبوات والأجولة إلى السيارات وحدات متعددة من السيور تحمل الأجولة إلى سيارات كما يظهر فى شكل (٦ - ٢٣)



شكل (٦-٢٢) نماذج لأجهزة تعبئة السكر

obeikandl.com



شكل (٦-٢٣) وحدة سيور لنقل العبوات إلى وسائل النقل للتوزيع