تكنولوجيا السكر والقند (الحلوى)

Technology of Sugar and Candy

الأستاذ الدكتور / محمود صابر جوده

كلية الزراعة - كفر الشيخ - جامعة طنطا

الأستاذ الدكتور / محمد محمود يوسف

كلية الزراعة - جامعة الإسكندرية - الإسكندرية

مكتبة المعارف الحديثة

٢٣ ش تاج الرؤساء سابا باشا الإسكندرية

ت: ٥٤٤٥٥٥١ - ٥٨٢٦٩٠٢

obeikandl.com

obeikandl.com

9- تكنولوجيا السكر والقند (الحلوى)

Technology of Sugar and Candy

المحتويات		رقم الصفحة
9-1	تكنولوجيا السكر	1
9-1-1	مقدمـــــــــة	1
9-1-2	تكنولوجيا سكر القصب	2
9-2-1-1	مراحل إنتاج سكر القصب	4
9-2-1-2	خطوات إنتاج سكر القصب الخام	5
9-2-1-3	أنواع السكر المكرر	18
9-1-3	تكنولوجيا سكر البنجر	21
9-3-1-1	التركيب الكيماوى لجذور سكر البنجر	22
9-3-1-2	المواصفات التكنولوجية لبنجر السكر	23
9-3-1-3	مراحل إنتاج السكروز من بنجر السكر	26
9-3-1-4	التفاعلات الكيماوية أثناء مراحل التنقية	37
9-3-1-5	التفاعلات الكيماوية أثناء عملية الترويق الأساسى	38
9-3-1-6	عملية الكربنـــــــة	40
9-3-1-7	تأثير عمليات التنقية على مكونات العصير	43
9-1-4	العسل الأسود	44
9-2	تكنولوجيا القند (الحلوى)	46
9-2-1	مقدمـــــــــة	46
9-2-2	تقسيم القنـــــد	46
9-2-3	صفات السكر والمحاليل السكرية	49
9-2-4	تأثير درجة حرارة الطبخ على خواص الشراب السكرى	52
9-2-5	الفوندان والكريمة	53
9-2-6	الكراملة والطوفى والفدج	63

obeikandl.com

المحتويات		رقم الصفحة
9-2-7	المارشمللو والنوجا	69
9-2-8	الحلوى الشرقية	77
9-2-9	الكاكاو والشيكولاتة والمنتجات المرتبطة	84
9-2-9-1	التركيب الكيماوى لحبوب الكاكاو	85
9-2-9-2	تصنيع الشيكولاتة ومنتجاتها	87
9-2-9-3	تزهير الشيكولاتة	95
9-3	المراجـــــــع	97

obeikandl.com

9- تكنولوجيا السكر والقند (الحلوى)

Technology of Sugar and Candy

1- الأستاذ الدكتور/ محمود صابر جوده 2- الأستاذ الدكتور/ محمد محمود يوسف

1- كلية الزراعة - كفر الشيخ - جامعة طنطا

2- كلية الزراعة - جامعة الإسكندرية - الإسكندرية

9-1 تكنولوجيا السكر

Sugar Technology

9-1-1 مقدمـــــة Introduction

السكروز Sucrose من السكرات أو السكريات الثنائية حيث يتكون من الجلوكوز والفركتوز أثناء عمليات التخليق الحيوى فى النباتات . والسكروز من أهم المحليات الطبيعية التى عرفها واستخدمها الإنسان فى الأغراض الغذائية وذلك بطريقة مباشرة أو غير مباشرة فى صورة حبيبات وبللورات أو فى صورة محاليل السكر وذلك بالإضافة إلى المحليات الطبيعية الأخرى مثل الجلوكوز والفركتوز واللاكتوز وغيرها .

ونظراً لأهمية السكروز فقد اهتم الإنسان بالحصول عليه واستخلاصه وتنقيته وبلورته فى الصورة المناسبة للإستهلاك أو الإستخدام فى الصناعات المختلفة .

وتكنولوجيا السكر فى أبسط تعريف لها عبارة عن العلم التطبيقى الذى يهتم بدراسة الخواص الكيماوية والطبيعية للسكروز وكذلك الطرق المختلفة للحصول عليه من مصادره الطبيعية وكيفية التغلب على المشاكل التكنولوجية أثناء تجهيز المواد الخام وأثناء خطوات التصنيع المختلفة لإنتاج السكر الخام Raw sugar أو أثناء عمليات التكرير Refining لإنتاج السكر الأبيض (99.9٪ سكروز) White sugar .

ويعتبر كل من قصب السكر Sugar cane (Saccharum officinarum)، وبنجر السكر Sugar beet (Beta vulgaris) هما المصدران الطبيعيان الرئيسيان للحصول على السكروز تجاريا حيث يتم إنتاج حوالى 60٪ من الإنتاج العالمى من قصب السكر وحوالى 40٪ من الإنتاج العالمى من بنجر السكر .

ومن نعم الله على الإنسان أن جعل من تباين المناخ ظروفاً موائمة لكل من قصب السكر وبنجر السكر حيث ينمو نبات القصب فى المناطق ذات المناخ الحار الرطب Tropical وهذه تشمل معظم قارة آسيا وجنوب أمريكا ومعظم قارة أفريقيا واستراليا حيث يعتبر قصب السكر بمثابة المصدر الرئيسى لإنتاج السكروز بينما ينمو بنجر السكر فى المناطق الباردة كما فى أوروبا وشمال أمريكا حيث يحتاج إلى البرودة حتى يزهر ويكون البذور وبذلك فإن الدول التى لاتتمتع بمناخ بارد تعتمد على استيراد البذور من دول أوروبا ، ويتم زراعته فى موسم الشتاء كما هو الحال بجمهورية مصر العربية حيث تم إدخال بنجر السكر لأول مرة سنة 1980 .

وللسكروز إستخدامات كثيرة ولاتقتصر على الصناعات الغذائية والدوائية ولكن امتدت إلى بعض الصناعات الكيماوية وكذلك يستخدم كمصدر للطاقة تحت ظروف وأنظمة خاصة بذلك . وقد بدأت صناعة السكروز من قصب السكر منذ أكثر من 2000 عام وكان يستخدم فى الصورة الخام Raw إلى أن حدث تطور فى الصناعة من حيث الإستخلاص والتنقية والبلورة وأمكن الحصول على السكر الأبيض White sugar . من ناحية أخرى فقد عرفت صناعة السكروز من بنجر السكر فى أوائل القرن التاسع عشر حيث فكر العالم الألمانى Andreas Margraf فى عام 1747 فى استخلاص السكروز من البنجر خاصة أن عمليات النقل للسكروز من مصادر إنتاجه كانت صعبة جدا لاسيما فى وجود الحروب الكثيرة آنذاك . وبدأ إنتاج السكروز من البنجر فى نهاية عام 1813 فى كل من المانيا والنمسا وروسيا وفرنسا حيث كان هناك حوالى 300 مصنع صغير كان الإنتاج يصل إلى 4000 طن سنويا وكان محتوى البنجر من السكروز منخفضاً إلى أن تم تحسين الأصناف بواسطة عمليات التهجين والتربية Breading حتى وصل محتوى السكروز فى الأصناف الموجودة الآن إلى نحو 15-20٪.

وسوف نتناول باختصار كل من تكنولوجيا قصب السكر وبنجر السكر مع توضيح مراحل التقدم التى تمت على جميع العمليات مثل عمليات الإستخلاص وعمليات التنقية وعمليات البلورة وكذلك مدى الإستفادة بالنواتج الثانوية لصناعة السكر.

9-1-2 تكنولوجيا سكر القصب Technology of Cane Sugar

يختلف التركيب الكيماوى للقصب الناضج إختلافا كبيراً تبعا لمنطقة الزراعة، غير أن التركيب بوجه عام يقع فى الحدود التالية :

المـــــــاء		٪75-60
السكـــــــروز		٪16-8
السكاكر المختزلة (جلوكوز وفراكتوز)		٪2.0-0.5
المواد العضوية غير السكرية	1	٪1.0-0.5
المواد غير العضوية	2	٪0.6-0.2
المواد النيتروجينية	3	٪1.0-0.5
الرمـــــــاد		٪0.8-0.3
الألـيـــــــاف	4	٪16-10

1- تشمل المواد العضوية غير السكرية على البروتينات ، الأحماض العضوية ، النبتوزان ، ← البكتين (الصموغ) ، المواد الملونة ، الشمع .
2- تشمل المواد غير العضوية على الفوسفات ، الكلوريدات ، الكبريتات ، النيترات، السليكات ، الصوديوم ، البوتاسيوم ، الكالسيوم ، الماغنسيوم ، الألمنيوم ، الحديد.
3- تتكون المواد النيتروجينية بقصب السكر من أمينات ، أميدات ، أحماض أمينية، أمونيا ، قواعد نيتروجينية .
4- تتكون ألياف قصب السكر من الليجنين (18٪) ، مواد ذائبة فى الماء (15٪)، سيليلوز (45٪) ، الهيميليلوز (22٪) .

يستخلص السكروز من سيقان القصب التى تحتوى على حوالى 75٪ ماء وباقى المكونات الأخرى وهى عبارة عن الألياف والمواد الصلبة الذائبة. وتشمل الألياف الجزء الصلب المتبقى بعد استخلاص العصير وتتكون من اللجنين . وقد وجد أن محتوى السيقان من الألياف والمواد الصلبة تزداد بزيادة النضج ولذلك فإنه يجب استخدام السيقان الناضجة تماماً حتى يستفاد من زيادة المواد الصلبة الذائبة التى تحتوى على السكروز الذى يصل فى بعض الأحيان إلى أكثر من 20٪ ولاسيما إذا كانت ظروف النمو مثالية مما يكون له مردود كبير على إقتصاديات إنتاج السكر . وبجانب الماء والسكروز فى العصير فهناك بعض المكونات مثل الجلوكوز والفراكتوز والأملاح المعدنية والبروتين والصموغ والسكريات العديده والأحماض العضوية وبعض المكونات الأخرى للخلايا . وهذه المكونات تتناسب مع درجة نضج السيقان، الصنف ، الظروف المناخية ، نوع وكم السماد ، درجة تدهور المحصول نتيجة الإصابة بالحشرات والأمراض وغيرها من العوامل التى يتعرض لها المحصول .

9-1-2-1 مراحل إنتاج سكر القصب

تقسم مراحل إنتاج السكروز من القصب إلى مرحلتين هما:

أولا: مرحلة إنتاج السكر الخام Raw sugar :

وهذه المرحلة تتم غالبا فى أماكن زراعة القصب وذلك لتجنب حدوث تغيرات كيميائية للعصير عند حدوث إطالة الفترة بين التقطيع والتصنيع ويؤدى هذا إلى حدوث فقد فى السكروز نتيجة تحلله مائيا وحدوث بعض التغيرات الثانوية التى تزيد من مشاكل التصنيع هذا من ناحية كما أن تكاليف عمليات النقل للقصب تكون غير إقتصادية حيث أن طن واحد من السكر ينتج من حوالى 7 طن قصب وهذا يوضح ضخامة وصعوبة إجراء عمليات النقل سواء من الناحية الإقتصادية أو الميكانيكية .

ثانيا : مرحلة تكرير السكر Cane sugar refining

وهى المرحلة التى يتم فيها إنتاج السكر البيض White sugar (99٪ سكروز) ويفضل أن تتم بالقرب من مراكز إستهلاك السكر والأفضل أن تكون جميع المواصلات متوفرة خاصة النقل البحرى أو النهرى وذلك لنقل السكر الخام من المصانع الموجودة قريبة من أماكن الزراعة إلى معامل التكرير حيث أن النقل فى هذه الحالة لايشكل عبئاً إقتصاديا على الصناعة ولايؤثر على صفات السكر الخام بعكس التغيرات السريعة التى تحدث للقصب . وترجع أهمية إجراء عملية التكرير للسكر الخام إلى الآتى :

1- السكر الخام يحتوى على آثار من الشوائب المختلفة خاصة المتبقية من أى من الكيماويات المستخدمة سواء فى التسميد أو المكافحة مثل مبيدات الحشائش ومبيدات الآفات وأيضا على أنواع من البكتيريا والخمائر والفطريات وهذه المواد تعوق استخدام السكر الخام فى الصناعات الغذائية وفى منتجات الغذاء .

2- يؤثر استعمال السكر الخام فى التصنيع الغذائى على الخواص العضوية الحسية للغذاء وعلى درجة تقبل المستهلك له Acceptability .

3- ليست هناك درجة جودة موحدة أو معروفة للسكر الخام نظرا لأن ظروف إنتاجه وتصنيعه غير متقدمة فى بعض البلدان وقد تكون غير متطورة فى كثير من بلدان الإنتاج وخاصة وأن هذه البلدان من الدول النامية والتطوير فيها يحتاج إلى استثمارات كبيرة .

4- يؤدى تخزين السكر الخام إلى تدهور خواصه وبالتالى لايصلح للتصنيع خاصة وأن إنتاج السكر موسمى ويحتاج من المصانع التى تستخدمه كمادة أولية إلى تخزين كميات كافية وبالتالى تتعرض للصعوبات الناتجة عن حدوث تغييرات فى خواصه الكيماوية والفيزيائية والميكروبيولوجية .

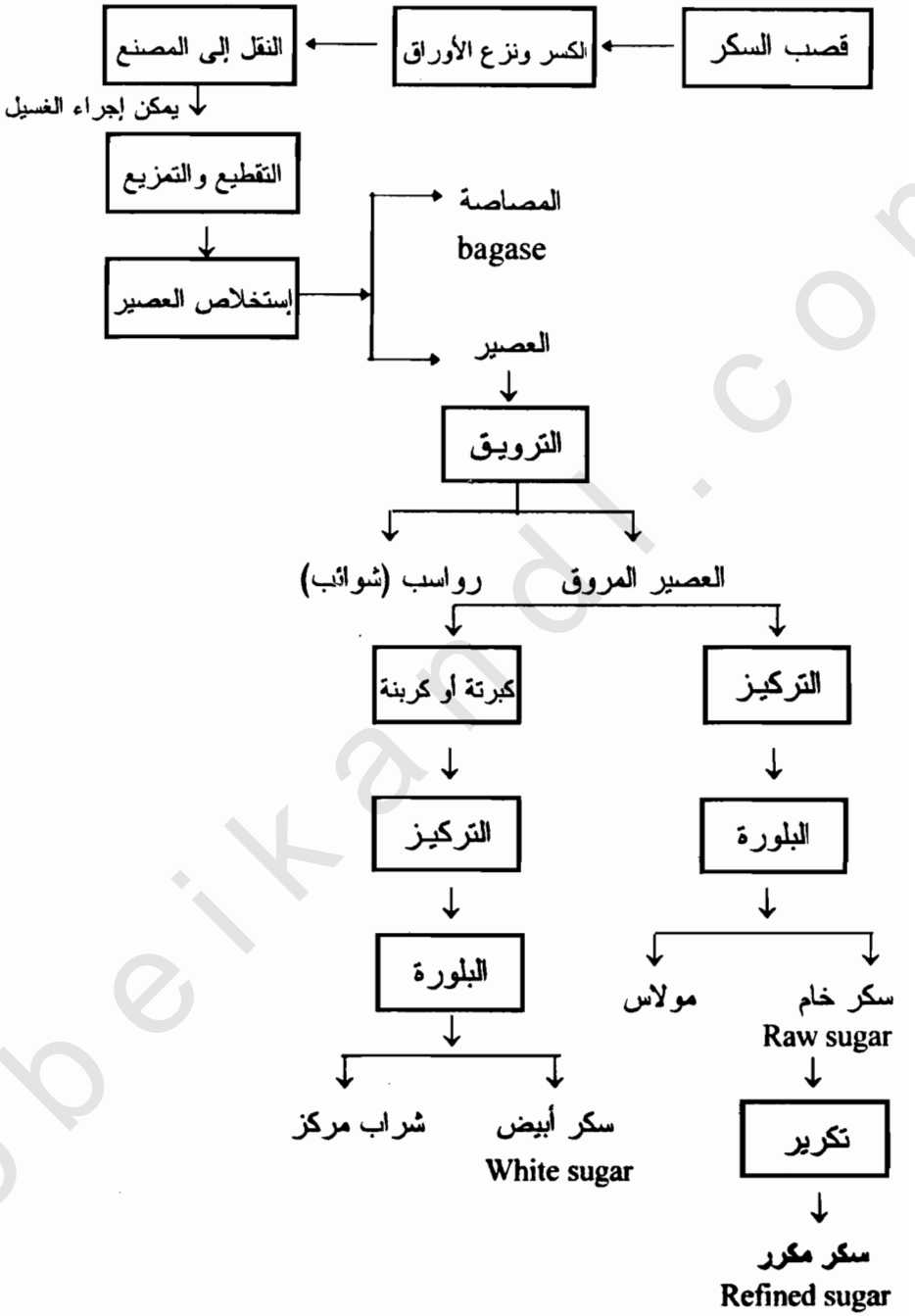
5- بعض الصناعات الغذائية والدوائية تتطلب درجة عالية من النقاوة للسكر وهذا لايمكن تحقيقه إلا من خلال عملية التكرير لإنتاج السكر الأبيض . بالإضافة إلى أن المستهلك دائما يرفض السلع الأقل جودة خاصة عند وجود بدائل عالية فى النقاوة ولاسيما فى ظل ظروف التجارة الحرة .

لكل هذه الأسباب وغيرها كانت هناك ضرورة لإجراء عملية التكرير Refining للسكر الخام سواء الناتج من القصب أو البنجر . وتجدر الإشارة إلى أن عملية التكرير تتم فى حالة البنجر مباشرة على العصير دون المرور بمرحلة إنتاج السكر الخام ، وكذلك فهناك بعض الإتجاهات الحديثة خاصة عند إنشاء المصانع الجديدة أن تكون عمليتى إنتاج السكر الأبيض فى مصانع متكاملة بحيث لا تمر بمرحلة السكر الخام فى حالة القصب أيضا وهذا يوفر نفقات عملية التنقية والبلورة وعدم تكرارها فى السكر الخام وفى أثناء التكرير أسوة بما هو متبع فى صناعة السكر من بنجر السكر . وتستفيد بعض البلدان المنتجة للسكروز من البنجر من مصانع إنتاج السكر من البنجر فى إجراء عملية تكرير السكر الخام المستورد من أماكن إنتاجه من قصب السكر خاصة فى فترات التوقف بعد إنتهاء الموسم ولهذا مردود كبير من الناحية الإقتصادية حيث يستفاد من فرق الأسعار بين السكر الخام والسكر الأبيض بالإضافة إلى إستغلال طاقة المصانع إستغلالا إقتصاديا وذلك بزيادة فترة التشغيل حيث أن موسم البنجر عادة لايتعدى ستة شهور فى السنة .

وسوف نتكلم عن خطوات إنتاج سكر القصب بشىء من التفصيل :

9-1-2-2 خطوات إنتاج سكر القصب الخام :

يوضح الشكل رقم 9-1 خطوات إنتاج كل من سكر القصب الخام والسكر المكرر والسكر الأبيض .



شكل 9-1 خطوات إنتاج كل من السكر الخام، السكر المكرر، السكر الأبيض من قصب السكر.

obeikandl.com

1- الكسر ونزع الأوراق

تتم عملية كسر عيدان القصب وتنزع أوراقها إما يدويا أو ميكانيكيا بواسطة أجهزة حصاد القصب Cane harvest ، كذلك فقد أمكن ميكنة عملية التحميل بحيث تتم عمليتا الحصاد والتحميل آليا ، وفى هذه الحالة فإن القصب يصل إلى المصنع ومعه بعض المواد الغريبة كبقايا التربة والرمال وأحياناً الحجارة . وفى بعض مناطق زراعة القصب يقوم المزارعون بعملية حرق Burning سطحية لعيدان القصب قبل أو بعد التقطيع Trash . ولكن يعاب على هذه الطريقة حدوث إنصهار للشمع المغطى لعيدان القصب الأمر الذى يؤدى إلى زيادة تلاصق Stickness العيدان مع نسبة أكبر من الشوائب وبقايا التربة .

2- النقل إلى المصنع

كما أسلفنا فإنه ينبغى نقل عيدان القصب إلى المصنع بأقصى سرعة للحيلولة دون حدوث تغيرات فى محتوى العصير من السكروز والسكريات المختزلة مما يؤثر سلبا على العمليات التصنيعية اللاحقة ، وعادة ماتتم عملية نقل القصب بقطارات خاصة Tractor carts من داخل الحقول In field transportation إلى المصنع .

3- الغسيـــل

تم استخدام عملية غسيل عيدان القصب منذ فترة طويلة فى كل من لويزيانا Louiziana وهاواى Hawaii كما تم إدخال هذه العملية حديثا فى المصانع بدول عديدة . وتختلف طرق الغسيل تبعاً لنظام التقطيع المستخدم وكذا نوع المواد الغريبة الموجودة . ومن مثالب عملية الغسيل فقد نسبة من السكروز عن طريق الإنتشار Diffusion ولا سيما وأن درجة حرارة الماء المستخدم فى الغسيل تصل إلى 40-45°م (104°-113°ف) ، ومن ثم فإنه عيب إجراء حسابات دقيقة للتأكد من أن الكمية المفقودة من السكروز نتيجة لعملية الغسيل ليست كمية محسوسة .

4- التقطيع والتمزيع

تقطع عيدان القصب بواسطة سكاكين اسطوانية ثم تجرى عملية التمزيع Shredding بواسطة سكاكين حادة تحدث التمزيع دون حدوث عصر . وقد تبين أن هذه العملية تزيد من كفاءة عملية العصر

$$\text{حيث كفاءة العصير} = \left(\frac{\text{كمية السكروز بالعصير}}{\text{كمية السكروز بالقصب}} \times 100\right)$$

وقد وجد أن زيادة محتوى الألياف بمقدار 1٪ يقلل من كفاءة العصر بمقدار 0.6٪ وتحسب كفاءة العصر على أساس محتوى ألياف 12.5٪.

5- إستخلاص العصير

يمكن إستخلاص العصير بطريقتين هما طريقة الطواحين ، طريقة الإنتشار، كما يلى :

أ- طرق الطواحين Mills methods

فى هذه الطريقة يتم استخلاص العصير باستخدام طواحين ، وتتكون كل طاحونة من ثلاث اسطوانات ، والمسافة بين الإسطوانتين السفليتين ثابتة فى حين يمكن التحكم فى المسافة بين الإسطوانة العلوية والإسطوانتين السفليتين . وتجرى عملية الطحن تحت ضغط (400-450 رطل/بوصة^2) وتدور الإسطوانات بسرعات مختلفة، أسطحها عبارة عن بروزات وتجاويف للحيلولة دون إنسداد الإسطوانات وارتجاج الطاحونة تحت تأثير الضغط المرتفع . وتوضع الطواحين على هيئة قطار عادة ما يتكون من خمس طواحين تعرف باسم Mill tandem . وحديثا فقد استخدمت المحركات التوربينية فى تشغيل هذه الطواحين . ويختلف الضغط الواقع على كل طاحونة فى قطار الطواحين ، فقد يزيد فى الإتجاه من الطاحونة الأولى إلى الخامسة وقد يقل ولكل نظام مزاياه وعيوبه .

وعادة مايتم ترطيب المصاصة قبل دخولها الطاحونة الثانية إما بالماء البارد أو الساخن ، غير أن الماء الساخن يساعد على تكسير الجدر الخلوية ومن ثم يزيد من سهولة عملية استخلاص العصير . ومن عيوب استخدام الماء الساخن أنه يساعد على استخلاص البكتين والشوائب مما يؤدى إلى إعاقة عملية الترويق .

ويؤخذ العصير الناتج من الطواحين الثلاث الأولى لكى يروق فى حين ترش الطاحونتان الرابعة والخامسة بالماء ويؤخذ العصير الناتج منهما للرش على المصاصة الناتجة من الطاحونة الأولى . ويجب فى أثناء عملية العصر والعمليات اللاحقة لها مراعاة أقصى درجات النظافة للحيلولة دون تخمر العصير بواسطة الكائنات الحية الدقيقة . (عدد خلايا البكتيريا 1.5 مليون خلية/مل فى عصير الطاحونة الأولى ، 4-5 مليون خلية/مل فى العصير الناتج من الطاحونة الخامسة) .

ب- طريقة الإنتشار Diffusion method

تستخدم طريقة الإنتشار أساسا فى إنتاج سكر البنجر ، غير أن المهندسين المصريين منذ زهاء التسعين عاما قد تمكنوا من استخدام طريقة الإستخلاص بالإنتشار

فى صناعة سكر القصب وقاموا بتصميم جهاز للإنتشار عرف باسم جهاز الإنتشار المصرى المستمر Egyptian continuous diffuser (BMA Licence) .

ولقد بدأ استخدام هذه الطريقة واستحدثت أجهزة إنتشار أكثر تقدماً فى عديد من البلاد المنتجة للسكر فى أنحاء العالم .

وأثبتت طريقة الإنتشار تفوقها من الناحية العلمية على طريقة الطواحين ، وتعد هذه الطريقة الآن من الطرق الواعدة عالية الكفاءة فى استخلاص عصير القصب. كذلك فقد تبين أن طريقة الإنتشار تفوق طريقة الطواحين من الوجهة الإقتصادية كما أن كفاءة استخلاص السكر من القصب بطريقة الإنتشار تصل إلى نحو 96-97٪. ومن الناحية العلمية فإن عملية الإنتشار تجمع بين عمليتى التناضح (الأسموزية) Osmossiz وإنتشار محكم Lixiviation منتظم للمصاصة Bagasse المعقمة . ويلعب التناضح دوراً ضئيلاً فى هذه العملية ويقتصر على الأنسجة غير المفتوحة . وعادة فإنه يتم قبل إجراء عملية الإنتشار فتح الخلايا بواسطة سكاكين دوارة واسطوانات الهرس Roller crushers الثلاث حيث تعمل معاً على تكسير معظم خلايا التخزين رقيقة الجدر الموجودة بالقصب . وتجدر الإشارة إلى أن العصير يستخلص من الخلايا المحطمة عن طريق الإنتشار المحكوم Lixiviation (استخدام الحرارة) فى حين أن نحو 10-16٪ من خلايا التخزين (الخلايا البرانشيمية) تظل متماسكة ويستخلص منها السكر بواسطة انتشار حقيقى Diffusion حيث يعرف الإنتشار بأنه الخلط الداخلى التلقائى للجزيئات أو الجسيمات الصغيرة جدا فى السائل. وللوصول إلى درجة تركيز عالية لعصير الخلايا البرانشيمية المتماسكة فإنه يجب استخدام الحرارة لتحطيم بروتوبلازم الخلايا مما يؤدى إلى فقد جدر الخلايا قدرتها على التحكم فى الإنسياب وتصبح بمثابة غشاء شبه منفذ Semipermeable membrane حيث يمكن لبعض الجزيئات إختراقها بسرعة أكبر مقارنة بالجزيئات الأخرى . أما الجزيئات الكبيرة جداً فلا يمكنها المرور أو الإنتشار خلال الأنسجة المعاملة بالحرارة ، بمعنى أن الماء أو العصير المخفف يكون فى مقدوره المرور (الإنتشار) إلى داخل الجدر الخلوية ويحل محل العصير المركز فى الخلية حتى يحدث التوازن . وتؤدى عملية الإنتشار إلى اختراق السكروز للغشاء شبه المنفذ بمعدل أسرع من مرور الجزيئات غير السكرية ذات الوزن الجزيئى العالى ويمكن حساب مكافىء النقاوة الحقيقية والظاهرية كالتالى :

$$\text{مكافىء النقاوة الحقيقية} = \frac{\text{كمية السكروز}}{\text{كمية المادة الصلبة}} / 100 \text{ مل عصير}$$

$$\text{مكافىء النقاوة الظاهرية} = \frac{\text{السكروز بالاستقطاب}}{\text{درجات البركس}} / 100$$

ولذا فإن نقاوة العصير المتبقى (حتى عند نسبة استخلاص سكروز 97٪) تكون أعلى من نقاوة العصير المستخلص من آخر طاحونة (عند إجراء الإستخلاص بطريقة الطواحين) حتى ولو كانت نسبة الإستخلاص أقل . وقد تبين أن درجة الحرارة المثلى لعملية الإنتشار تتراوح بين 65 إلى 75°م (140-167°ف) أما حجم القطع من القصب فهو 4 بوصة كحد أقصى بحيث تكون القطع مسطحة Flattened وبحيث تكون خالية من القصب المهروس . ويمكن إجراء عملية الإنتشار عند قيمة pH متعادل أو منخفض ، غير أن عملية الإنتشار إذا ما تمت عند قيم منخفضة للـ pH فإنه يجب أن يكون جهاز الإنتشار مصنوعاً من الصلب غير القابل للصدأ وذلك للحيلولة دون حدوث تلامس العصير الحامضى وسطح جهاز الإنتشار ومن ثم تآكله .

وتجدر الإشارة إلى أن استخدام pH مرتفع ودرجة حرارة قريبة من 74°م (165°ف) يمكن أن يسبب تحطماً للسكريات المختزلة ويكون له تأثير سيىء على ألياف القصب . أضف إلى ذلك أن عملية الإستخلاص تحتاج فى هذه الحالة إلى كميات كبيرة من الماء .

6- عملية الترويق Clarification

يحتوى عصير القصب بعد استخلاصه على العديد من الشوائب الذائبة وغير الذائبة مما يجعل العصير عكراً Turbid ذا قوام لزج Viscus ولذا فإن العصير بحالته هذه يكون غير مناسب لصناعة السكر الأبيض ويتطلب إجراء عملية ترويق لإزالة أقصى كمية ممكنة من الشوائب (المواد غير السكروز) . وتتم عملية الترويق باستخدام بعض الكيماويات . وتتم عملية إزالة الشوائب باستخدام ماء الجير $Ca(OH)_2$ وتسمى العملية Liming أما قصر اللون فيتم بواسطة ثانى أكسيد الكبريت SO_2 وتسمى عملية الكبرتة Sulphiting وتجرى معادلة تأثير ماء الجير القلوى بواسطة ثانى أكسيد الكربون CO_2 (تسمى عملية الكربنة Carbonation) . وفى مصانع السكر يتم استخدام كربونات الكالسيوم كمصدر لهيدروكسيد الكالسيوم (الجير) وثانى أكسيد الكربون على النحو التالى :

$$CaCO_3 \xrightarrow{\text{إحتـــراق}} CaO + CO_2$$

كربونات كالسيوم Combusion $H_2O \downarrow$ ثانـــى أكسيد الكربون

$Ca(OH)_2$ يستخدم فى عملية الكربنة

هيدروكسيد الكالسيوم

يستخدم فى عملية الترويق

ولقد تبين أن تسخين عصير القصب إلـى نحو 80°م أثنـاء عمليـة الكبرتـة ثـم إجراء عملية المعاملة بالجير الحى Liming على الساخن تعطى نتائج أفضل عما لو أجريت العملية على البارد . ويمكن إيجاز مزايا إجراء عمليـة المعاملـة بـالجير الحـى Liming على الساخن فيما يلى :

1- ترسيب كمية أكبر من المواد النيتروجينية عند pH العصير الخـام مقارنـة بـإجراء العملية على البارد .

2- قيمة الـ pH للعصير الساخن المعامل بـالجير تكـون أعلـى عـن نظيرتهـا للعصـير البـارد المعـامل بـالجير ، أى أن كميـة الجـير المطلـوب إضافتهـا لرفـع الـ pH للعصير الساخن إلى قيمة معينة تكون أقل عما إذا كان العصير بارداً . وقد يعزى هذا إلى كون العصير الساخن المعامل بـالجير أقل بفريـة Less buffered عـن العصير البارد المعامل بالجير ، وهذا راجع إلـى ترسـيب كميـة أكبـر مـن المـواد النيتروجينية أثناء التسخين .

3- إجراء المعاملة بالجير الحى Liming على الساخن تعتبر بمثابـة الضمـان الوحيـد لمنع تلوث العصير بواسطة *Leuconostoc mesenteriodes* .

ويمكن إضافة ماء الجير إلى العصير إمـا بطريقـة متقطعـة Intermittent أو مستمرة Continuous ويجب أن يكون الجير المستخدم عالى الجودة (95٪ كربونـات كالسيوم) ولا تزيد الشوائب غير الذائبة به عن 2٪ .

أما ثانى أكسيد الكبريت SO_2 فإنه يستخدم فى عملية الترويق لثلاثة أسباب:

1- معادلة الزيادة من الجير المضاف .
2- قصر لون العصير Bleaching .
3- تقليل لزوجة العصير .

وبالنسبة لمعادلة قلوية ماء الجير فإنه يمكن التعبير عنها بالمعادلة التالية:

$$Ca(OH)_2 + H_2SO_3 \rightarrow CaSO_3 \downarrow + 2\ H_2O$$

ماء الجير الزائد سلفيت كالسيوم غير ذائب

كذلك فإنه يمكن استخدام ثـانى أكسيد الكربـون CO_2 لإجـراء عمليـة المعادلـة حيث يعمل على معادلة الزيادة من الجير كما يلى :

$$Ca(OH)_2 + H_2CO_3 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O$$

كربونات كالسيوم حمض الكربونيك ماء الجير الزائد

غير ذائبة (مصدر لغاز CO_2)

ولقد تبين أن عمليـة الكربنـة تزيـل كميـة أكبر مـن الشـوائب مقارنـة بعمليـة الكبرتة كما أن نسبة السكر Recovery تكون أعلى فى حالة الكربنة .

وننـوه إلـى أن وجـود أيونـات الفوسـفات فـى العصـير طبيعيـا (وعـن طريـق الإضافة تعمل على تحسين عملية تجميع Floculation المواد العالقة ومن ثم ترسـيبها حيث أن الفوسفات تكون قشرة مع الكالسيوم تسهل من حدوث هذه العمليـة . وقـد تبين أن تركيز أيونات الفوسفات المؤثر فـى هـذه العملية يكـون فـى حـدود 300 جـزء فـى المليون .

وبعد إجراء عملية الترويق يكون قد تم التخلـص مـن الأمـلاح غـير العضويـة (الكبريتات ـ الفوسفات ـ السليكات) وكذلك الحديد والألمونيوم والأحماض العضويـة والمـواد الملونـة والأحمـاض الأمينيـة والبروتينـات والسـكريات العديـدة (النشـا- الدكسترين- جدر الخلايا – الصموغ ، والدهون والشموع . وبعـد عمليـة الترشـيح يتـم التخلص من الجزيئات الصغيرة العالقة بمصاصة القصب ويصبح العصير رائقاً وخاليـاً من كل المواد سالفة الذكر .

7- عملية التركيز Concentration

يحتوى العصير المروق على نسبة تتراوح من 13 إلى 18٪ مواد صلبة ذائبة فإنه يجب إجراء عملية تركيز لهذا العصير ليصل محتواه من المواد الصلبـة إلـى نحـو 65-70٪ . ومن الأهمية بمكان إجراء عملية تركيز العصير بسرعة بعد الترويق وألا يترك العصير فترة طويلة قبل إجراء التركيز حيث أن العصير يكون بيئة صالحة لنمـو وتكـاثر الميكروبـات . وتتـم عمليـة التركيـز بواسـطة أجهـزة تبخـير متعـددة التـأثير Multiple effect evaporators (وتسمى كالاندريا Calandria) تعمل بنظريـة

التبادل الحرارى Heat exchange بين البخار والعصير ، وتتم العملية فى أربع أو خمس وحدات تبخير . وعملية التركيز عملية مستمرة بمعنى أن البخار الناتج من وحجة التبخير الأولى يغذى الوحدة الثانية وكذا الحال بالنسبة للعصير ، والبخار الناتج من الوحدة الثانية يغذى الوحدة الثالثة ..... وهكذا .

وفى وحدة التبخير الأولى يكون العصير بارداً ولذا فإن نسبة كفاءة التبادل الحرارى تكون عالية ، أما فى الوحدات التالية فإن الفرق بين درجتى حرارة العصير والبخار يكون أقل ومن ثم فإنه يتحتم استخدام الضغط لكى نبقى على الفرق بين هاتين الدرجتين ، أما البخار الناتج من الوحدة الأخيرة فيكون محملاً بقدر كبير من الرطوبة مما يتطلب نزع الرطوبة منه قبل استخدامه فى تغذية وحدة التبخير الأولى .

8- عملية البلورة Crystallization

يتم فى هذه العملية تحويل العصير المركز (60-70° بركس) وتتم هذه العملية فى حلل تفريغ (حلل كالندريا أو حلل تحتوى على ملفات Coils) وهى عملية متقطعة . وعملية البلورة من العمليات الفنية التى تتطلب قدرا كبيرا من الخبرة إذ أنه لكى تتم البلورة بصورة صحيحة فلابد من تحقيق الأهداف التالية :

أ- الوصول إلى حجم البللورات المطلوب .

ب- الوصول إلى العدد المناسب للبللورات .

ج- أن يكون الناتج خاليا من الحبيبات False grains والمتجمعة Conglomerates وكذا البللورات المتلاصقة .

د- أن تتكون الكتلة الصلبة Massecuite بشكل جيد لإعطاء أقصى تبلور وألا يكون لزجاً Sticky حتى لايعيق عملية الطرد المركزى اللاحقة . ولتفهم ميكانيكية عملية البلورة فإنه يجب بدءاً أن نعرف عملية فوق التشبع Supersaturation والتى يعبر عنها بمعامل فوق التشبع Coefficient of supersaturation .

والذى يمكن حسابه كما يلى :

$$\text{معامل فوق التشبع} = \frac{\text{وزن السكروز الذائب فى حجم معين من الماء على درجة حرارة معينة}}{\text{وزن السكروز اللازم لتشبع نفس الحجم من الماء عند نفس درجة الحرارة}}$$

والسكروز يكون أكثر ذائبية فى المحاليل غير النقية المحتوية على الأملاح مقارنة بالماء النقى ، لذا فإن معامل فوق التشبع يكون دائما أكبر من الواحد الصحيح

ويكون أعلى فى المحاليل التى تحتوى على كمية أكبر من الشوائب Impurities .

مثال :

محلول سكرى غير نقى يحتوى على 290 جزء من السكر /100 جزء عند درجة 50°م (122°ف) وعند هذه الدرجة من الحرارة نجد أن 263 جزء من السكروز النقى تذوب فى 100 جزء من الماء ، فإن معامل فوق التشبع فى هذه الحالة يكون

$$\text{معامل فوق التشبع} = \frac{290}{263} = 1.1$$

وهذا المعامل يسمى معامل فوق التشبع الظاهرى ولحساب معامل فوق التشبع الحقيقى فإن:

$$a = a_1 / a_2$$

حيث : a : معامل فوق التشبع الحقيقى

a_1 : معامل فوق التشبع الظاهرى

a_2 : معامل التشبع

ويمكن حساب a_1 كما يلى

$$a_1 = H/H_o$$

$$H = \frac{\text{قيمة الإستقطاب}}{100 - \text{درجات البركس}}$$

H_o = ذائبية السكر عند درجة حرارة التقدير (يمكن الحصول عليها من جداول الذائبية) .

وعادة فإن بلورة محاليل السكر الأقل نقاوة تحتاج إلى قيم فوق تشبع أعلى لكى تتبلور وذلك مقارنة بمحاليل السكر الأكثر نقاوة . وتتفاوت المحاليل السكرية فى ثباتها تبعاً لقيم معامل فوق التشبع على النحو التالى :

معامل فوق التشبع الظاهرى

1.1 :	محاليل ثابتة	Met
2.1 :	يحدث نمو فقط	Metastable
1.3 :	للبلورات	
1.4 :	محاليل متوسطة الثبات	Intermediate

يحدث نمو للبلورات الموجودة بالإضافة إلى تكون بللورات بعد التبريد .

obeikandl.com

1.5 :		
1.6 :	محاليل عديمة الثبات	Labile
1.7 :	يحدث نمو للبلورات الموجودة بالإضافة إلى تكون بلورات تلقائيا.	
1.8 :		

ويمكن حساب النسبة المئوية للبلورات الموجودة فى الـ Massecuite من المعادلة الآتية :

$$\% \text{ للبلورات} = \frac{\text{نقاوة الـ Massecuite} - \text{نقاوة المولاس}}{\text{نقاوة السكر - نقاوة المولاس}} \times 100$$

وذلك إذا ما أريد حساب الناتج على أساس حجم الـ Massecuite أما الحساب على أساس الوزن فيتطلب استخدام المعادلة التالية :

$$\% \text{ للبلورات} = \frac{\text{نقاوة الـ Massecuite} - \text{نقاوة المولاس}}{\text{نقاوة السكر - نقاوة المولاس}} \times \text{تركيز الـ massecuite بالبركس}$$

وتتأثر عملية البلورة بكل من اللزوجة ، درجة الحرارة (لأنها تؤثر على اللزوجة)، معامل فوق التشبع ، نقاوة المحلول الذى يراد بلورته ، ويمكن إجراء البلورة إما بالطريقة التلقائية Spontaneous أو بطريقة البذر Seeding ويفضل استخدام الأخيرة لإمكانية التحكم فى ظروف البلورة ، وتتم عملية البذر إما بالتعفير بسكر جاف Sugar dust أو باستخدام شراب معلق Slurry . وبعد إنتهاء عملية البلورة يتخلف المولاس Molasses كناتج ثانوى By-product ، وفقد السكروز فى المولاس (غير مرغوب) يتأثر بما يسمى بمعامل المولاس Mollassigniz coefficient وهو عبارة عن جزيئات السكروز / جزيئات غير السكروز عند التشبع . ويتأثر هذا المعامل بوجود الأملاح غير العضوية وتلك يتفاوت تأثيرها كما يلى :

$$K > Na > Ca > Mg$$

فقد السكروز فى المولاس يقل فى هذا الإتجاه

لذا فإنه من الضرورى التخلص من هذه الأملاح ولا سيما البوتاسيوم للحيلولة دون فقد السكروز فى المولاس . ويتم غسل بللورات السكر الخام أثناء عملية الفصل بالطرد المركزى Centrifugation وذلك باستخدام رذاذ من الماء ثم تجفف على سيور متحركة باستخدام هواء ساخن وتخزن توطئة لنقلها لمصنع التكرير . وتجدر

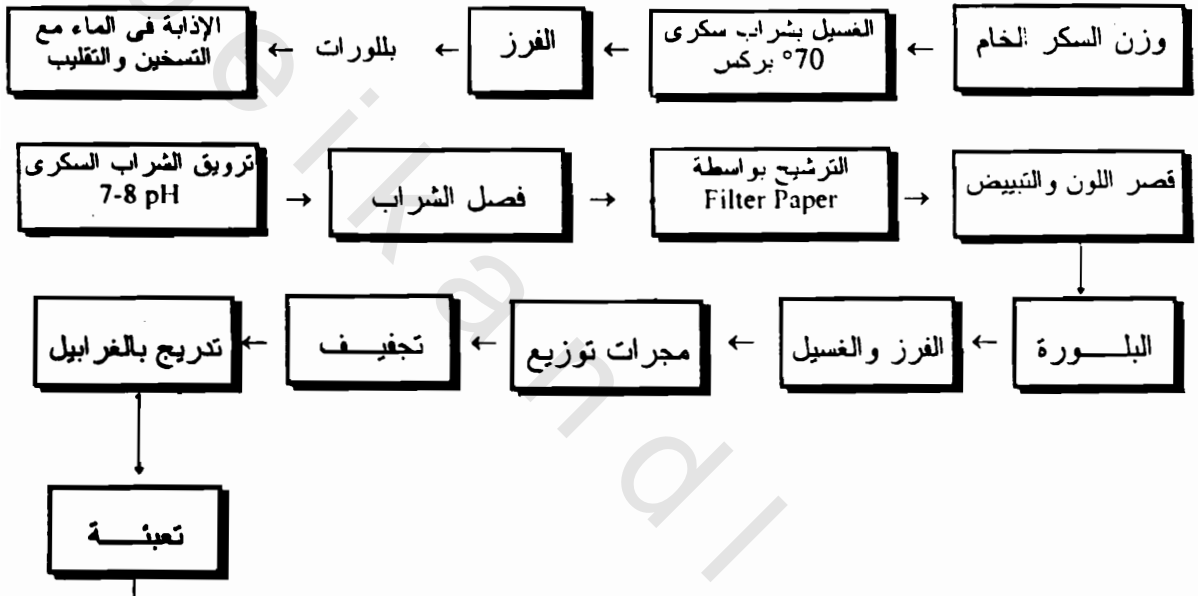
الإشارة إلى أن أهم العيوب التى تحدث أثناء تخزين السكر الخام هو التكتل Caking حيث يحدث تصلب للسكر الخام إذا ماتعرض لإنخفاض كبير فى درجة الحرارة . وتعزى هذه الظاهرة إلى أن بللورات السكر الخام تكون محاطة بغشاء رقيق من المولاس وهو غشاء فوق مشبع فيحدث أثناء إنخفاض درجة الحرارة ظهور بللورات جديدة من السكر تؤدى إلى ربط بللورات السكر والتصاقها ، ولمنع حدوث هذا العيب فإنه يجب تخزين السكر الخام فى جو منخفض الرطوبة النسبية وهناك خواص حفظية مرغوبة فى السكر الخام وهى :

1- يكون السكر خاليا من المواد غير الذائبة بقدر الإمكان بمعنى أن يكون العصير المستخدم قد تم ترويقه جيدا .
2- تكون البللورات صلبة ومتجانسة وذات حجم مناسب وخالية من الكتل .
3- العلاقة بين الرطوبة ودرجة الإستقطاب تكون متمشية مع عامل الأمان Safety factor (وهو = الرطوبة / 100-الإستقطاب) ويجب أن تكون قيمة هذا المعامل أقل من 0.25-0.3 .
4- أن تظل البللورات مخاطة بغشائها الأصلى من المولاس .
5- أن تتم عملية التصنيع تحت ظروف صحية جيدة لمنع أو تقليل التلوث الميكروبى الناتج من نمو الميكروبات على غشاء المولاس المحيط بالبللورات . وللحيلولة دون حدوث التلوث الميكروبى فإنه يجب أن تكون درجة الحرارة أعلى من 160°ف .

9- عملية التكرير Refining

ينقل السكر الخام إلى مصانع التكرير وتتراوح طاقة المصنع من 300 إلى 3000 طن يوميا وذلك على مدار السنة حيث يتم إنتاج سكر عالى النقاوة يوائم الإستخدامات الغذائية المختلفة ، ويكون ثابتا تحت ظروف التخزين لأطول مدة ممكنة، وعملية التكرير ماهى إلا عملية فصل المواد غير السكرية المتبقية فى السكر الخام (المواد الملونة ، السكريات العديدة ، بعض العناصر المعدنية ، بعض المواد العضوية، السكر المحول). ويوضح الشكل 9-2 خطوات عملية تكرير السكر الخام . ويجب أن تتوفر خواص معينة فى السكر الخام لكى يسهل تكريره وتعرف هذه الخواص باسم الخواص التكريرية للسكر الخام وهى :

1- أن يكون السكر ذا قابلية للغسيل (تسمى هذه العملية Affination) الجيد بمعنى أنه يمكن غسل أكبر كمية من السكر بأقل كمية من الماء ويطلق على هذه الصفة Affination quality . والبللورات الصلبة المتجانسة ذات المسطحات القليلة تكون أسهل فى عملية الغسيل .



شكل 9-2 : خطـــوات تكريـــر السكـــر الخـــــام

• تستخدم حاليا المبادلات الأيونية Ion exchangers لإجراء قصر اللون والتبييض وكذا التخلص من الأيونات التى تؤثر سلبا على عملية التبادل الحرارى

obeikandl.com

2- سهولة الترشيح وسرعته تتوقف على نوع وكمية المواد الغريبة الموجودة ومن ثم فإنها تتأثر بعملية الترويق .
3- أن يكون قصر لون السكر الخام سهلا .
4- إنخفاض نسبة الرماد إلى الجلوكوز .
5- إنخفاض نسبة الكبريتات بالرماد لأن وجود الكبريتات بنسبة كبيرة يؤدى إلى تكوين قشور على السطح .

3.2.1.9 أنواع السكر المكرر Types of refined sugar

تجدر الإشارة إلى أنه توجد أنواع عديدة من السكر المكرر يمكن الإشارة اليها فى إيجاز على النحو التالى :

1- الأقراص والمكعبات Tablet and cube sugar
2- على شكل الرغيف Loaf sugar (وهو يصنع بشمال أفريقيا)
3- سكر البيلى Pile sugar ويصنع فى الأرجنتين على صورة قطع زنة كل منها 45-86 كجم .
4- السكر الأمورفى Amorfo sugar ويصنع فى البرتغال فقط .
5- سكر أريدو Aredo sugar وهو سكر ذو قوام ناعم جدا ويحتوى على كمية من السكر المحول Invert sugar ، الرماد ، الرطوبة وهو شديد الهيجروسكوبية .
6- السكر المسحوق Icing or powdered sugar
وهو سكر ناعم جدا ناتج من طحن حبيبات السكر Pulverizing granvlated sugar وهو عادة يحتوى على مضافات مضادة للتكتل anticaking additives مثل النشا .
7- سكر خاص للخبيز Baker's special sugar وهو حبيبات سكر ناعمة جدا ويلائم صناعة المخبوزات .
8- سكر Bottler's sugar وهو حبيبات سكر خشنة جدا يمكن خلطها مع الماء لإعداد شراب بدون إجراء تسخين . وهذا النوع من السكر يجب أن يكون له نوعية حفظية Keeping quality عالية .
9- سكر شديد النعومة Superfine sugar وهو حبيبات سكر متناهية الصغر وتذوب بسرعة فى الماء البارد .
10- السكر الناعم Soft sugar وهو سكر يتكون من بللورات صغيرة جدا وهو مرادف للسكر البنى Brown sugar .
11- السكر سريع التحضير Instant sugar ويسمى إنستامات Instamat وهو سكر مطحون ناعم يمر خلال غرابيل سعة 150-325 مش .

12- السكر المتجمع Agglomerated sugar ويستخدم فى عملية التقطير Icing .

13- السكر Turbinado sugar وهو السكر الخام ولكن بدرجة إستقطاب عالية ويجفف إلى نسبة رطوبة منخفضة جدا وبللوراته كبيرة الحجم (< 1 مم) .

14- سكر الكبرتة Sulfitation sugar وهو السكر الناتج مباشرة من عصير القصب بواسطة عملية الكبرتة .

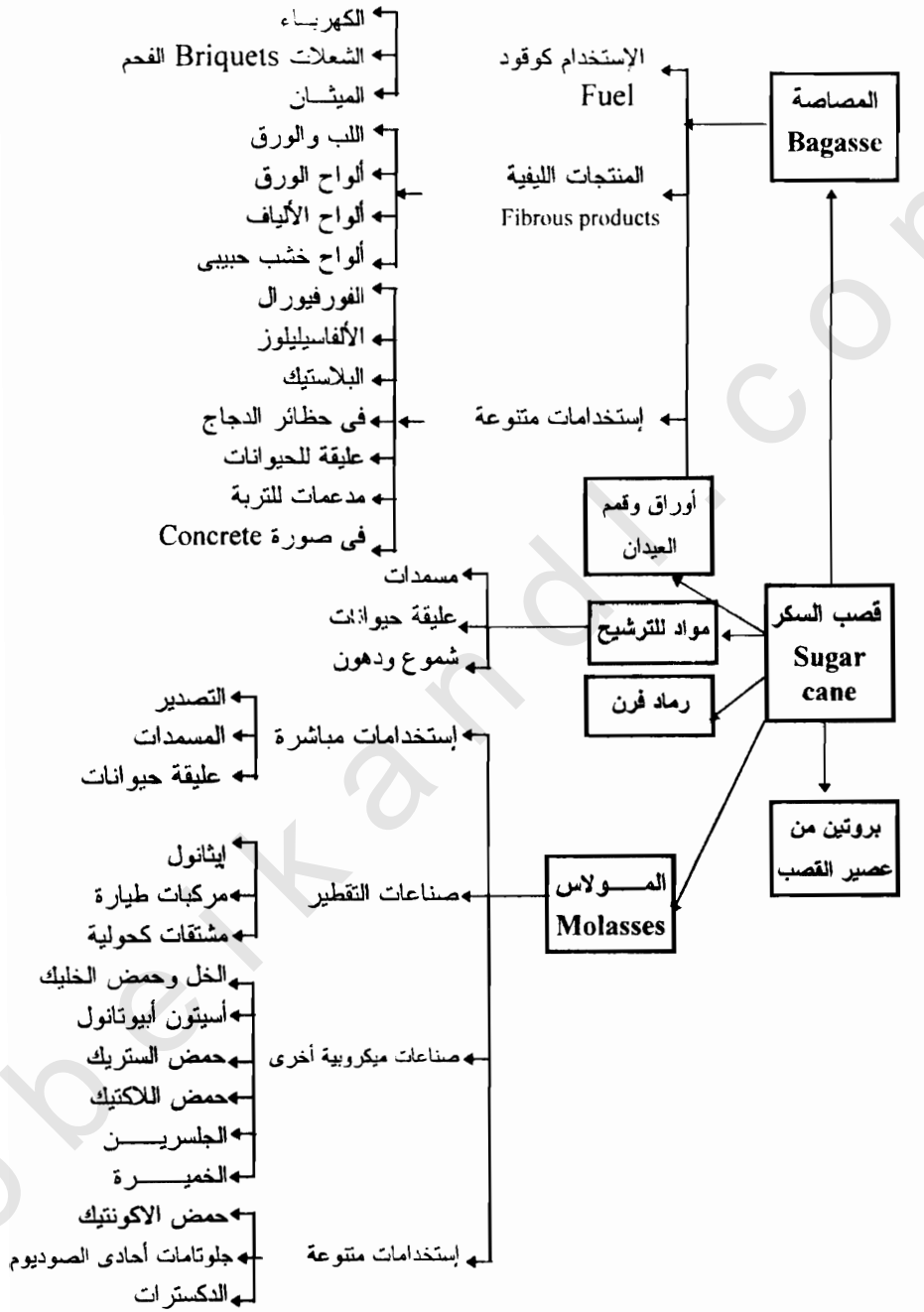
15- السكر السائل Liquid sugar وهو محلول سكروز فى الماء وقد يكون مخلوطا مع السكر المحول ، وعادة يكون المحلول مشبعاً . وبعض أنواع السكر السائل تكون خالية من الرماد .

ويمكن حساب النسبة المئوية للتحويل inversion كما يلى :

$$\text{٪ للتحويل على أساس المواد الصلبة الكلية} = \text{درجات البركس} - \frac{\text{قيمة الإستقطاب}}{0.013} \times \text{درجات البركس}$$

وتجدر الإشارة إلى أن صناعة سكر القصب تعد من أولى الصناعات الغذائية من حيث الإستفادة من النواتج الثانوية by-products كما يتضح من الشكل رقم 9-3 .

obeikandl.com



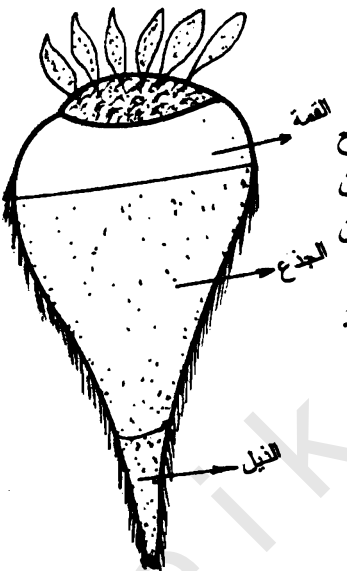
شكل 9-3 : طرق الإستفادة من النواتج الثانوية by-products لصناعة سكر القصب

المصدر : Paturau (1969)

obeikandl.com

9-1-3 تكنولوجيا سكر البنجر Technology of beet sugar

تعتبر ألمانيا أول منشأ لبنجر السكر . ونبات البنجر هو المصدر الثانى للسكر فى الطبيعة وهو ثنائى الحول أى أن نموه يكتمل على سنتين حيث يكون فى السنة الأولى الجذور roots التى تحتوى على السكروز من 14-20٪ ، كما تحتوى على 0.1٪ سكريات أحادية ويحتوى أيضا على مواد غير سكرية وهذه تؤثر على جودة السكر الناتج . فى السنة الثانية للنمو يبدأ الساق فى النمو بدرجة كبيرة ويصل إلى حوالى 2 متر ويبدأ حجم الجذور فى التقلص وتتكون الأزهار (لابد من وجود ظروف باردة لمدة طويلة) ثم ينتج بعد ذلك البذور التى تستخدم فى الإنتاج . ولإنتاج السكروز من بنجر السكر تستخدم الجذور الناتجة فى السنة الأولى أما جذور السنة الثانية فإنها لاتصلح لإنتاج السكروز . يتراوح متوسط محصول الفدان من بنجر السكر بين 20-25 طنا للفدان .



شكل 9-4: شكل تخطيطى لجذر البنجر

تركيب جذور بنجر السكر :

شكل الجذور مخروطى (شكل 9-4) ويتراوح وزن الجذر عند النضج من 0.5 إلى 5 كجم ويمكن تقسيم الجذر إلى ثلاث مناطق تتفاوت فى محتواها من السكروز وهى :

1- القمة : يصل تركيز السكروز فيها من 50-60٪ .
2- الجذع: يصل تركيز السّكروز فيه من 80-85٪ .
3- الذيل : يصل تركيز السكروز فيه من 91-94٪ .

والقمة تمثل 23٪ من وزن الجذر ، الجذع يمثل 70٪ أما الذيل فيمثل 7٪ .

درجة النقاوة Purity :

وهى تعبر عن ٪ للعلاقة بين السكروز والمواد الصلبة الكلية الذائبة فى العصير الناتج من الجذر وقد وجد أن درجة النقاوة فى الأجزاء المختلفة للجذر كالآتى: القمة درجة نقاوتها 66٪ ، الجذع 89٪ ، الذيل 82٪-83٪ .

مما سبق يتبين أهمية التخلص من الجزء العلوى أى من القمة وهو الجزء الملامس مباشرة للأوراق قبل الإستخلاص حيث أنه يحتوى على نسبة قليلة من السكرور ودرجة نقاوته منخفضة علاوة على ذلك فإنه يحتوى على الكلوروفيل الذى

يسبب مشاكل أثناء عمليات التنقية بالإضافة إلى النسبة المرتفعة من المواد غير السكرية . كما أن هذه المنطقة يزداد فيها النشاط الحيوى لبعض الإنزيمات خاصة إنزيم الإنفرتير invertase والفينول اكسيديز Phenol oxidase والتى تسبب مشاكل إثناء التصنيع كما أنها تؤثر على جودة السكر الناتج .

وأهم العوامل التى تؤثر على تركيب الجذور وهى :

1- نوع التربة التى يتم فيها زراعة بنجر السكر حيث تؤثر على درجة نمو الجذور .
2- الظروف المناخية من حيث درجة الحرارة اللازمة أثناء فترة النمو وكميات المياه سواء كانت أمطارا أو مياه رى وكذا طول مدة النمو وغير ذلك من العوامل الزراعية مما يؤثر على الجذور كماً ونوعاً .
3- من العوامل الهامة التى تؤثر على تركيب الجذور هو الإهتمام بالمعاملات الزراعية من تسميد ومقاومة وكذلك إختيار الأصناف الجيدة والإبقاء عليها وتحسينها والإهتمام بميعاد الزراعة وميعاد الحصاد واستخدام الطرق المناسبة لجمع الجذور بطريقة سليمة .

9-1-3-1 التركيب الكيماوى لجذور بنجر السكر :

فيما يلى تحليل 100 كجم من جذور البنجر :

100 كجم جذور بنجر السكر

- التفل (pulp) 7 كجم
  - أنسجة سليلوزية 1 كجم
  - هيميسليلوز 1.3
  - مواد بكتينية 2.4
  - بروتين 0.1
  - سابونين 0.1
  - معادن 0.1
  - ماء مرتبط 2.0
- العصير الناتج 93 كجم
  - المواد غير السكرية 2.5 كجم
    - معادن 0.5 كجم
      - K_2O 0.2
      - CaO 0.07
      - MgO 0.07
      - Na_2O 0.04
      - P_2O_5 0.07
      - SO_3 0.02
    - مواد عضوية غيرازوتية 0.8 كجم
      - سكريات محولة 0.12
      - أحماض عضوية 0.5
      - مواد بكتينية 0.1
      - سابونين 0.05
      - دهن 0.03
    - مواد عضوية أزوتية 1.2 كجم
      - بروتين 0.7
      - بتابين 0.2
      - أحماض أمينية 0.2
      - أميدات وأملاحها 0.1
  - السكروز 17.5 كجم
  - الماء 7.3 كجم

المصدر : Sopronov (1979)

يتضح من التركيب الكيماوى لجذور البنجر عدة ملاحظات هى :

1- المواد غير السكرية بعضها يوجد فى العصير (2.5 كجم) بينما الباقى يظل فى التفل pulp (7 كجم) .

2- كمية البروتين الذائب فى العصير أكبر بكثير من الكمية المتبقية فى التفل pulp.

3- كمية الأملاح المعدنية الذائبة بالعصير أكبر بكثير من الكمية المتبقية فى التفل pulp.

4- المواد البكتينية الذائبة فى العصير أقل بكثير من المواد البكتينية المتبقية فى التفل pulp. ولذلك فإنه يمكن الإستفادة من التفل لإنتاج البكتين الذى يستخدم فى إنتاج مواد تغليف جيدة للمواد الغذائية ولايسبب أى تلوث للبيئة أو للمواد الغذائية .

5- معظم كمية السابونين ترتبط باللب أو التفل pulp مع وجود كمية ذائبة يسهل التخلص منها عند التنقية .

6- المواد غير السكرية بالعصير (الأحماض الأمينية ـ الأحماض العضوية ـ البكتين ـ الأملاح المعدنية) . تؤدى إلى مصاعب أثناء عمليات التنقية Purification للعصير .

7- التفل pulp وهو ناتج عملية الإنتشار diffusion يحتوى على نسبة 0.1-0.3٪ سكروز وعلى المواد غير السكرية العديدة ، ولذلك فإنه يمكن الإستفادة منه فى تغذية الحيوانات ولكن نظرا لإحتوائه على كمية كبيرة من السابونين فلا ينصح باستخدامه فى تغذية الأسماك ويمكن إستخدامه أيضا كمادة تفاعل substrate فى بعض الصناعات الميكروبية . وكما سبق فهو مصدر للبكتين ذى المواصفات الضعيفة فى قوة الجل (Jelly grade) .

9-1-3-2 المواصفات التكنولوجية لبنجر السكر

أولا : النسبة المئوية (Sucrose%) :

وهى تعبر عن محتوى بنجر السكر من السكروز فكلما كانت هذه القيمة عالية كلما كان هذا أفضل ، حيث أنه سيؤدى إلى إنتاج كمى أكبر من السكروز .

ثانيا : درجة النقاوة Purity or clarity grade :

وهى تمثل النسبة المئوية للعلاقة بين محتوى العصير من السكروز ومحتواه من المواد الصلبة الذائبة الكلية .

مثال: إذا كان كل 100 جم بنجر تعطى 93 جم عصير .

وكان العصير يحتوى 17.5 جم سكروز ، 2.5 جم مواد غير سكرية .

∴ 100 جم عصير يحتوى على $\frac{100 \times 17.5}{93}$ = 18.82 جم سكروز

∴ 100 جم عصير يحتوى على $\frac{100 \times 2.5}{93}$ = 2.69 جم مواد غير سكرية

درجة النقاوة = $\frac{100 \times 18.82}{2.69 + 18.82}$ = 87.5٪

أى أنه كل 100 جم مواد صلبة فى العصير تحتوى على 87.5 جـم سكروز ، 12.5 جم مواد غير سكرية .

يلاحظ أن عمليات التنقية أو التكزير تعمل على رفـع درجـة النقـاوة حيث يتم التخلص من المواد غير السكرية بواسطة معاملات التنقية .

كلما زادت درجة النقاوة Purity grade كلمـا دل ذلـك علـى جـودة الصفـات التكنولوجية لجذور بنجر السكر والعكس صحيح . أيضا فإن درجـة الجـودة المنخفضـة تزيد من تكاليف التنقية وتزيد من فقد السكروز فى المولاس .

ثالثا : تأثير تخزين جذور بنجر السكر على الإنتاج :

يجب التقليل بقدر الإمكان من تخزين جذور البنجر (وكذلك سيقان القصب كما سبق وأن أوضحنا)، وعادة فإنه يتم عمل جدول زمنى يتناسب مع قدرة المصنع اليومية بحيث يتم ترتيب جيـد لميعـاد الزراعـة وبالتـالى يكـون هنـاك تـدرج للمحصـول بحيـث لايكون هناك أى ضرورة للتخزين حيث أن التخزين لآية فترة يؤدى إلى تدهور نسبى للصفات التكنولوجية ، بالإضافة إلى فقد السكروز نتيجـة العمليـات الحيويـة مـن تنفس وغيرها .

وعند الضرورة فإن التخزين يجب أن يكون تحـت ظـروف مناسبة مـن حيـث التهوية ودرجة الحرارة ولايتم تخزين إلا الجذور السليمة والتى بحالة جيدة حتى نتجنب التدهور السريع فى الخواص أما الجذور الأقل فى الجودة فيجب تصنيعها مباشرة حتـى لاتسوء حالتها بالتخزين .

وسوف نشرح تأثير عمليات التنفس أثناء التخزين لجذور بنجـر السكر حيث أنها من أهم العمليات الحيوية التى تؤثر على الأنسجة الحية أثنـاء تخزيـن الخضـروات

والفواكه وأى أنسجة حية بالإضافة إلى نشاط الإنزيمات المختلفة المحللة للبكتين والكربوهيدرات والدهون والبروتينات . وتتم عملية التنفس بإحدى الطريقتين الآتيتين:

1- التنفس الهوائى أى فى وجود الأكسجين .
2- التنفس اللاهوائى أى فى غياب الأكسجين .

ونوضح فيما يلى تأثير كل من الطريقتين على كمية الفقد فى السكروز أثناء تخزين بنجر السكر :

أ- التنفس الهوائى :

$$C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 + 6\,H_2O \rightleftharpoons 6\,CO_2 + 12\,H_2O + \Delta H$$

$\Delta H = -2870$ KJ/mol طاقة

ب - التنفس اللاهوائى :

$$C_6H_{12}O_6 \rightleftharpoons 2\,O_2H_5OH + 2\,CO_2 + \Delta H$$

$\Delta H = -235$ KJ/mol طاقة

من ذلك نجد أن :

1- كمية ثانى أكسيد الكربون الناتجة من التنفس الهوائى ثلاثة أمثال الكمية الناتجة من التنفس اللاهوائى لكل جرام جزيئى من الجلوكوز .
2- كمية الطاقة الناتجة من التنفس الهوائى 12 مثل الكمية الناتجة من التنفس اللاهوائى لكل جرام جزيئى من الجلوكوز .

معنى ذلك أن كمية الطاقة الناتجة من التنفس اللاهوائى قليلة جدا (12/1 من الناتجة بالتنفس الهوائى) وبالتالى يكون معدل استهلاك الجلوكوز عاليا جدا فى حالة التنفس اللاهوائى .

ومن هنا يتضح أهمية وجود الأكسجين لحدوث التنفس الهوائى ولخفض استهلاك الجلوكوز وبالتالى السكروز . وقد وجد أن تركيز الأكسجين أثناء التخزين يؤثر على نسبة التنفس الهوائى فعد تركيز 5٪ يكون التنفس الهوائى 75٪ بينما 1٪ أكسجين يكون التنفس الهوائى بنسبة 20٪ .

والتنفس اللاهوائى يحدث نتيجة لتراكم ثانى أكسيد الكربون وعدم إجراء تهوية جيدة . والمواد النباتية تختلف فى قوة نشاطها التنفسى من نبات لآخر . فقد وجد أنه تحت ظروف تخزينية واحدة يكون لجذور البنجر نشاط تنفسى يقدر بنحو 2.5 مرة

مقارنة بدرنات البطاطس . ولذلك فإنه يجب الإهتمام بدراسة نشاط التنفس لأى مادة يراد تخزينها ويجب معرفة كميات الماء والحرارة الناتجة وكيفية التخلص منها لأنها كلها عوامل تساعد على زيادة شدة التنفس فى الأنسجة الحية والتى تؤدى إلى حدوث ظاهرة الإحتراق الداخلى .

هناك أيضا عوامل تؤثر بدرجة كبيرة على جذور بنجر السكر أثناء التخزين وهى : درجة الحرارة ـ الرطوبة ـ الحالة الفسيولوجية ـ السطح المعرض ـ التركيب الكيماوى ـ مدة التخزين .... الخ . وأفضل درجة حرارة لتخزين جذور البنجر من صفر ـ 2°م ويؤدى زيادة عشر درجات إلى زيادة معدل التنفس من 2-3 مرات .

يلاحظ أنه فى أثناء التخزين تتحول المركبات المعقدة إلى مركبات بسيطة بفعل نشاط الإنزيمات خاصة الكربوهيدرات والبروتينات وهذا يؤثر تأثيرا سلبيا على العمليات التكنولوجية.

9-1-3-3 مراحل إنتاج السكروز من بنجر السكر

تختلف مصانع بنجر السكر فى سعتها الإنتاجية وكذا مدى استخدام التكنولوجيا الحديثة فهناك مصانع متوسط طاقتها من 10 آلاف ـ 15 ألف طن/يوم . وتتجه معظم مصانع بنجر السكر إلى برمجة أنظمتها بالوسائل التكنولوجية الحديثة بحيث أمكن التحكم فى معظم العمليات باستخدام أجهزة الكمبيوتر مما أدى إلى تقلص استخدام العمالة اليدوية بمقدار 90٪ بالمقارنة بالمصانع اليدوية وحدث ذلك أيضا بمصانع قصب السكر . وإنتاج السكروز من بنجر السكر يمكن أن نلخصه فى ثلاث مراحل رئيسية وهامة وهى :

أولا : جمع وتجهيز الجذور

يتم جمع جذور البنجر آليا أو يدويا ويسمى (تقليع) ثم تنقل هذه الجذور بآية وسيلة من وسائل النقل (السكة الحديد أو بالشاحنات) إلى المصانع حيث يتم تجهيزها لإستخلاص السكر منها وذلك بعمليات الغسيل والنقل بواسطة الأنظمة المائية على سيور متحركة . ثم تجرى عمليات التقطيع بالأحجام والأشكال المختلفة بواسطة سكاكين خاصة بذلك ثم تجرى عملية إستخلاص للعصير المحتوى على السكروز بواسطة الإنتشار diffusion .

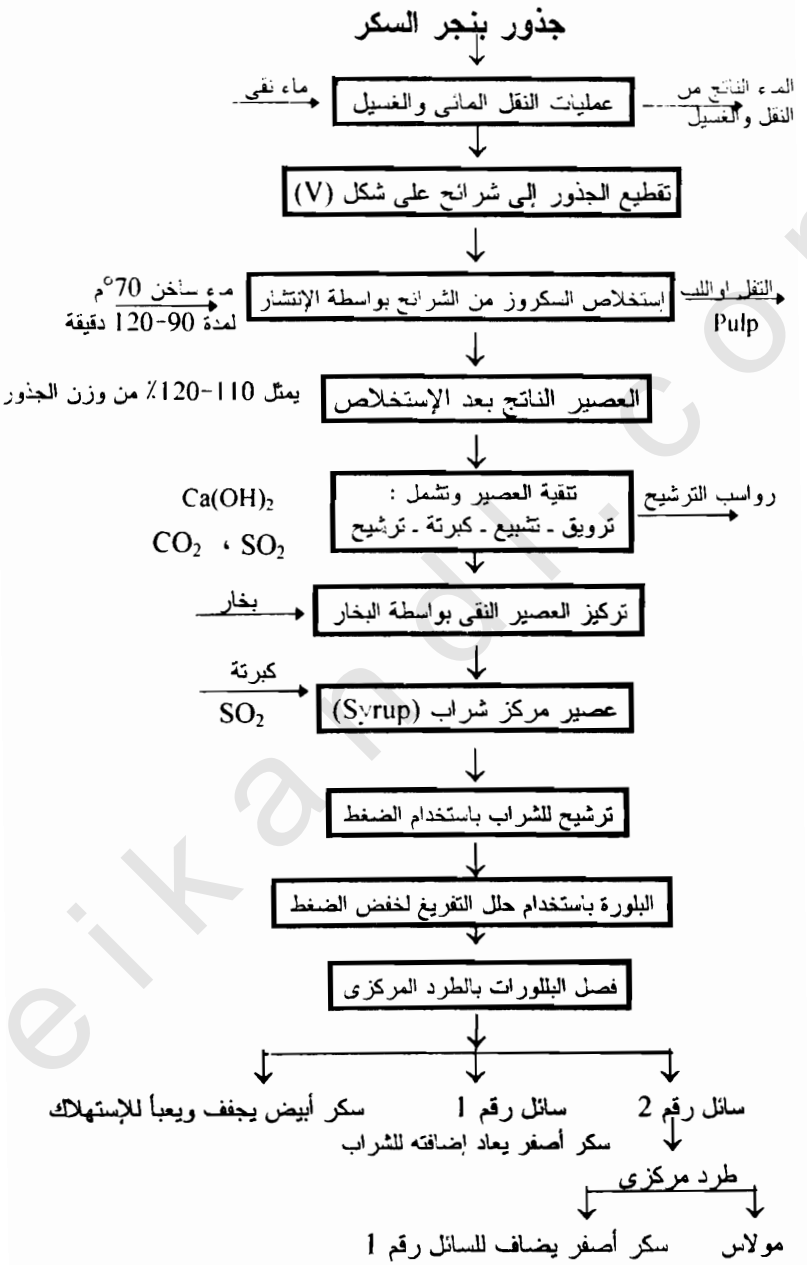
ثانيا : التنقية Purification

وهى تشمل عمليات الترويق clarification والكبرتة لإزالة المواد الملونة وعمليات التخلص من أيونات الكالسيوم بواسطة التبادل الأيونى Ion-exchange كما تشتمل هذه المرحلة أيضا على عمليات تجهيز المواد المستخدمة فى عمليات الترويق مثل ماء الجير (أيدروكسيد الكالسيوم) وثانى أكسيد الكربون وثانى اكسيد الكبريت .

ثالثا : الحصول على السكر الأبيض White sugar

وهى تشمل عمليات التبخير evaporation وذلك لتركيز العصير والحصول على الشراب ، وعمليات البلورة Crystallization وعمليات الطرد المركزى لفصل البللورات النقية ثم عمليات التجفيف والتعبئة packing فى العبوات المختلفة ثم عمليات التخزين تحت الظروف المناسبة من حرارة ورطوبة حتى يتم الإستهلاك . ويوضح الشكل رقم 9-5 خطوات تصنيع سكر البنجر .

obeikandl.com



شكل رقم 9-5 خط تصنيع سكر البنجر

obeikandl.com

أولا: مرحلة تجهيز الجذور واستخلاص العصير وتتلخص فى الخطوات التالية :

1- عمليات الإستقبال لجذور البنجر المنقولة بواسطة اللوريات من أماكن الزراعة، والتى غالبا ما تكون قريبة من المصنع لتقليل المشاكل نتيجة للعمليات الحيوية وتتم فى مكان واسع جيد التهوية وغير معرض للشمس حتى يكون معدل حدوث العمليات الحيوية فى أدناه .

2- عملية تنظيف الجذور وإزالة الشوائب (أتربة - رمال - قش - أوراق وغيرها) حيث تتم هذه العملية أثناء النقل للجذور بواسطة النقل المائى وكلما زاد إحتكاك الجذور بعضها ببعض أثناء هذه العملية وفى وجود الماء كلما ساعد ذلك على عملية التنظيف ويتم النقل المائى بالنظام الصاعد والهابط حيث يستخدم النقل المائى الهابط فى البداية وذلك للتخلص من المواد العالقة سواء كانت (ثقيلة أو خفيفة) أى أن كثافتها مرتفعة أو منخفضة ، ثم يتم نقل الجذور بواسطة مضخة مركزية إلى النقل المائى الصاعد حيث يتم فيه التخلص من الأحجار والرمال والأتربة وغيرها من الشوائب ثم يلى ذلك الغسيل للجذور فى ماكينات خاصة بالغسيل حيث تمرر الجذور على سيور ويسلط عليها رشاشات مائية قوية ، وقدرة ماكينات الغسيل تصل إلى 1500 طن/يوم .

3- بعد عملية الغسيل توجه الجذور النظيفة إلى الميزان حيث يتم وزن الجذور وذلك لتحديد العمليات الأخرى وما تحتاج اليه من إضافات أو معاملات لاحقة ، ثم تمرر الجذور على مغناطيس لإزالة أى شوائب معدنية قبل عملية التقطيع حيث أن وجود أى مواد معدنية يتلف سكاكين التقطيع .

4- توجه الجذور النظيفة الخالية من أى شوائب إلى جهاز التقطيع Slicing machine وللحصول على استخلاص جيد وكامل يجب أن يتم تقطيع الجذور إلى شرائح ؛ ويتم ذلك فى جهاز التقطيع حيث تستقبل الجذور النظيفة على أسطح متحركة مركب عليها من أعلى سكاكين تعمل على تقطيع الجذور إلى شرائح مستطيلة أو مثلثة ثم تسقط هذه الشرائح من خلال الإسطوانات المتحركة على سيور حيث يتم نقلها إلى جهاز الإستخلاص . والتحكم فى وضع السكاكين وعددها والمساحة بينها يحدد شكل وحجم الشرائح الناتجة ، وسمك وحجم الشرائح يتوقف على درجة جودة الجذور وعلى نوع جهاز الإستخلاص وعادة فإن الجذور السليمة الجيدة يكون سمك الشرائح لها مابين 2.5-3 مم بينما يتراوح فى الجذور الأقل جودة من 3÷4 مم .

5- إستخلاص السكر Extraction of sugar وهى أهم عملية فى صناعة السكر إذ يتوقف عليها إقتصاديات صناعة السكر ويتم الإستخلاص بواسطة الإنتشار diffusion ، وهى ببساطة شديدة عبارة عن عملية غمر للشرائح فى ماء ساخن فيحدث ذوبان وانتشار للسكروز من داخل الأنسجة إلى خارجها حتى يتساوى التركيز داخل وخارج الأنسجة (الخاصة التناضجية) ، من ذلك نجد أن تركيز السكروز فى الماء يزيد بمقدار ما يقل به داخل الشرائح وتعمل درجة الحرارة على زيادة سرعة الإنتشار (من 70-75°م) .

توصل العالم التشيكى Robert إلى تصميم بطارية استخلاص Diffuser أمكن بواسطتها الحصول على عصير عالى الجودة من السكروز مع أقل فقد فى التفل pulp . ثم حدث تطور لهذه البطارية وأخذت أشكالا عديدة ذات نظم مختلفة تهدف كلها إلى الوصول إلى أقل فقد من السكروز وأيضا إلى التحكم الآلى المستمر فى هذه العملية بالكامل .

وقد شرح العالم الروسى Silin عام 1967 ميكانيكية استخلاص السكروز من البنجر كالآتى : يوجد عصير البنجر داخل خلايا الأنسجة ويحاط بالبروتوبلازم (بروتين) الذى يتميز بخاصية التحكم فى النفاذية للخلية حيث يسمح بمرور ولايسمح بمرور المواد الأخرى الذائبة من الخلية إلى خارجها . ولذلك لو وضعت الشرائح فى الماء أطول مدة ممكنة فإن السكروز لن يحدث له إنتشار من داخل الأنسجة إلى خارجها إلا إذا تحطم البروتوبلازم وهذا يتم بتسخين الشرائح بواسطة الماء الساخن المستخدم فى الإستخلاص إلى 70-75°م . ففى هذه الحالة يحدث تغير فى صفة البروتوبلازم ولايستطيع التحكم فى النفاذية وتمر المواد الذائبة من خلال جدر الخلايا إلى التركيز الأقل وهو الماء .

ويزداد تأثير الإنتشار تحت تأثير إختلاف التركيز بين شرائح البنجر والماء المستخدم حتى لا يكون هناك حالة من التوازن تمنع خروج أكبر كمية من السكروز . ولذلك تؤخذ كل هذه العوامل عند تصميم أجهزة diffusers حيث يتم استخدام ماء ساخن من 70-75°م فى إتجاه مضاد لإتجاه سير شرائح البنجر مما يؤدى إلى وجود فرق كبير فى التركيز بين العصير داخل الخلايا والعصير خارج الخلايا ومن ثم تقليل الكمية المتبقية من السكروز فى الشرائح النهائية pulp بعد الإستخلاص إلى 0.3٪ .

إتجاه سير شرائح البنجر التى تحتوى على

pulp T.S.S. ٪0.3 ⟵ ٪18.3 T.S.S.

ماء الإستخلاص 0.15٪ T.S.S. ⟵ العصير المستخلص 14٪ T.S.S.

70-75°م

العصير الناتج يسمى العصير الخام raw-juice وهو يمثل 110-120٪ من وزن شرائح البنجر المستخدمة ويستغرق ذلك مدة من 90-120 دقيقة . ويؤدى استخدام الحرارة المناسبة للإستخلاص مع استخدام الفورمالين Formalin (للتحكم فى نشاط الأحياء الدقيقة) إلى تقليل الفقد فى السكروز ، وتحت هذه الظروف فإن الـ pH يكون 5.5-5.8 وهذه الدرجة من الـ pH مع الحرارة المستخدمة تمنع خروج المواد البكتينية من الخلايا . وتعرض الشرائح بعد الإستخلاص لتيار هواء ساخن جاف حتى تكون نسبة الرطوبة أقل من 20٪ ثم تكبس ليسهل تخزينها ونقلها . وقد يخلط جزء من المولاس مع الـ pulp ويشكل على شكل قطع (pellets) تستخدم فى صناعة الأعلاف.

ثانيا : مرحلة تنقية العصير Purification of juice

يوجه العصير الخام raw juice إلى التنقية حيث يكون العصير محتويا على كل السكروز (تقريبا) الموجود بجذور البنجر بالإضافة إلى حوالى 80٪ من المواد الغير السكرية الذائبة .

مثال ذلك :

لو فرض أن نسبة السكروز بجذور البنجر 17٪ ، فإن العصير المستخلص يحتوى على 17٪-0.4٪ (فقد السكروز) = 16.6٪ ، أى أن كل (100 جم عصير يحتوى على 16.6 جم سكروز) ، المواد غير السكرية فى البنجر يمثل 2.5٪ :

يكون بالعصير 4/5 من هذه الكمية = $\frac{4}{5} \times 2.5 = 4$ جم لكل 100 جم عصير

∴ مجموع المواد الذائبة فى العصير = 16.6 (سكروز) + 2 (المواد غير السكرية) = 18.6٪

∴ يمكن حساب (النقاوة) للعصير purity

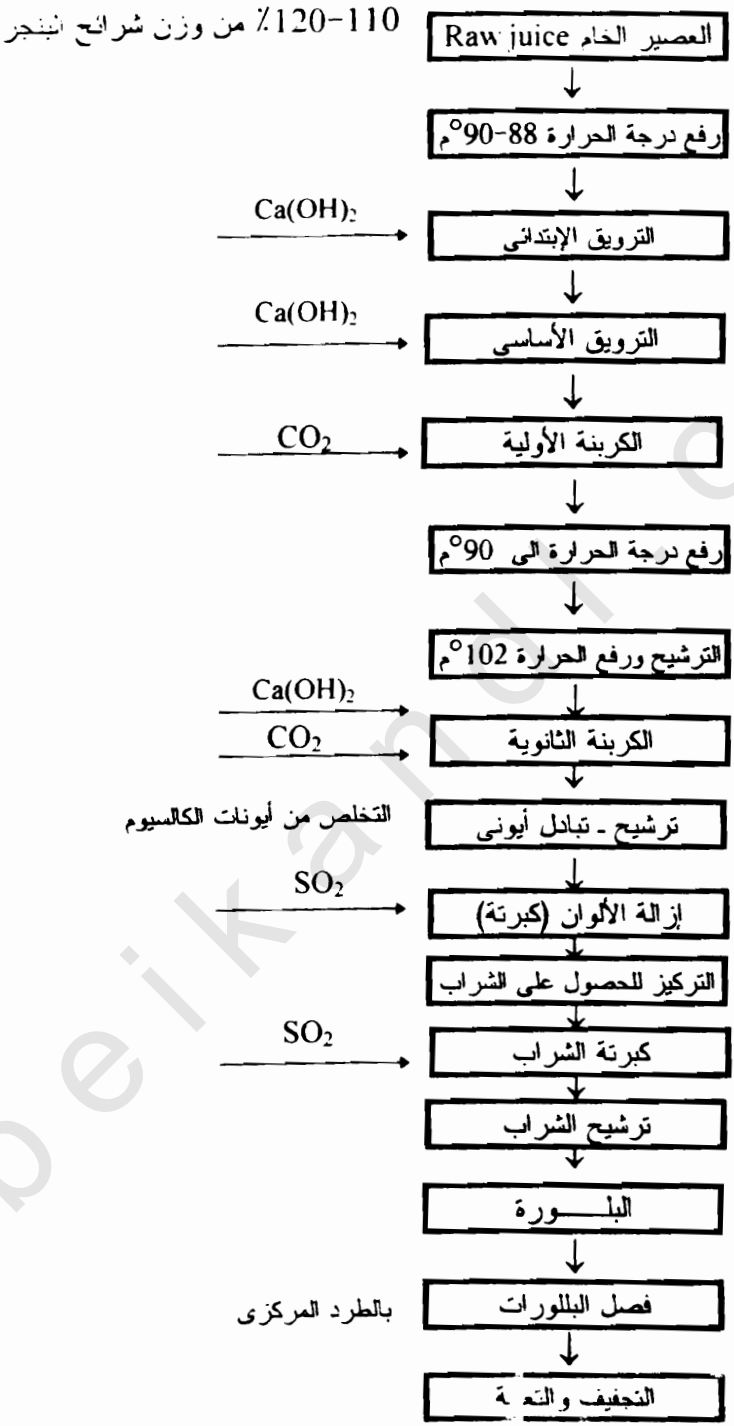
$$\frac{16.6}{18.6} \times 100 = 89.2٪$$

يحتوى العصير على بعض الألياف fibres الدقيقة معلقة ويتم فصلها أثناء الترشيح ويحدث تغير سريع فى لون العصير نتيجة لنشاط إنزيمات Polyphenoloxidases ويتكون الميلانين melanine الناتج من أكسدة المركبات الفينولية الموجودة بالعصير الخام . وعلى ذلك تكون مواصفات العصير كالآتى :

مواد صلبة كلية ذائبة .T.S.S	من 13٪ إلى 15٪
سكـــــــــروز	من 11٪ إلى 13٪
مواد غير سكرية ذائبة	من 2٪ إلى 3٪
الـ pH	من 5.5 إلى 6.5٪
النقاوة purity	من 82 إلى 89٪

وتوفير هذه المواصفات للعصير يتطلب إجراء عملية التنقية قبل إجراء عملية البلورة crystallization حيث أن وجود المواد غير السكرية non-sugar substances فى العصير يؤثر على درجات التشبع أثناء تركيز العصير وبالتالى يؤثر على عملية البلورة لكل السكروز حيث يؤدى إلى زيادة فقد السكروز فى المولاس. وقد وجد أن الجزىء الواحد من المواد غير السكرية يعمل على فقد من 1.2 إلى 1.5 جزىء سكروز فى المولاس . وللحصول على أعلى إنتاج من السكروز أثناء عملية البلورة (هدف أساسى فى تكنولوجيا السكر) فإنه يجب التخلص من أكبر كمية من المواد غير السكرية إن لم يكن كلها وأن يكون الـ pH للعصير مائلا قليلا إلى القلوية الضعيفة . وعملية التنقية purification تتم وفقا للخطوات الموضحة بشكل 9-6.

obeikandl.com



شكل 9-6 : خطوات إنتاج سكر البنجر من العصير الخام

obeikandl.com

ونظرا لأن السكروز من المركبات التى تتأثر كثيرا بالحرارة خاصة إذا كان فى صورة محلول حيث يحدث تحول inversion السكروز إلى الجلوكوز والفركتوز وهما يحتويان على مجاميع كربونيلية نشطة مما يسبب مشاكل أهمها فقد السكروز، لذلك فإن هناك دراسات كثيرة لكيفية استخدام درجات حرارة منخفضة بقدر الإمكان فى عمليات التنقية حيث أن ذلك يؤدى إلى خفض الحرارة التى يتعرض لها العصير أثناء عمليات الكربنة والكبرتة والتبخير كما سنوضح ذلك لاحقا .

1- عملية الترويق clarification (أو المعاملة بالجير الحى Liming) وتتم على مرحلتين :

أ- الترويق الإبتدائى :

يتم ذلك بتسخين العصير الخام raw juice إلى درجة حرارة 88-90°م فى تنك الترويق بواسطة البخار المار فى مواسير داخل التنك . ويضاف إلى التنك العصير غير المرشح بعد عملية الكربنة الأولية (وهو يمثل 100-150٪ من وزن البنجر المستخدم) وكذا العصير الناتج من الترويق الثانوى (وهو يمثل (15-30٪) من وزن البنجر) ثم يضاف ماء الجير $Ca(OH)_2$ بتركيز من 0.25-0.3٪ مقدرا فى صورة أكسيد الكالسيوم CaO من وزن البنجر المستخدم فى الإستخلاص . واستخدام ماء الجير Lime water ($Ca(OH)_2$) يؤدى إلى الأغراض الآتية أثناء عملية الترويق الإبتدائى :

1- يعمل على معادلة الأحماض العضوية الموجودة طبيعيا فى العصير الخام .

2- يؤدى إلى حدوث تجمع للمواد الغروية نتيجة لتغير الـ pH للوسط وبالتالى يحدث تغير فى شحنات هذه المركبات مما يؤدى إلى حدوث تجمع Coagulation لهذه المركبات .

ب- الترويق الثانوى أو الأساسى :

بعد إنتهاء الترويق الأولى أو الإبتدائى ينقل العصير إلى تنك الترويق الأساسى حيث يضاف أيدروكسيد كالسيوم بتركيز 2.5٪ محسوبا كـ CaO من وزن البنجر .

ج- طرق الترويق الإبتدائى :

يمكن تقسيم عملية الترويق الإبتدائى من ناحية إضافة أيدروكسيد الكالسيوم إلى طريقتين هما :

1- الترويق ذو المرحلة الواحدة :

وفيه يتم إضافة كل الكمية من أيدروكسيد الكالسيوم المطلوبة والمحسوبة بالنسبة للعصير الخام للوصول إلى الـ pH المطلوب مرة واحدة (pH من 11.2-11.5) .

2- الترويق ذو المراحل المتعددة :

وفيه يتم إضافة كمية أيدروكسيد الكالسيوم بالتدريج فى فترة زمنية من 20-30 دقيقة حتى يصل إلى الـ pH النهائى وهذه تسمى بالترويق الإبتدائى التدريجى . أما من ناحية درجة الحرارة فهناك نظامان لذلك وهما :

أ- النظام الأول :

الترويق على البارد على درجة حرارة من 40-45°م وهذا يتوقف على حالة جذور البنجر عند استقباله بالمصنع ففى حالة الجذور الجيدة يمكن استخدام الترويق على البارد ويعطى نتائج جيدة حيث نتجنب تعريض السكروز للحرارة بالإضافة إلى توفير تكاليف الطاقة .

ب- النظام الثانى :

الترويق على الساخن على درجة حرارة من 88-90°م وهذا يكون فى حالة جذور البنجر غير الجيدة .

فى حالة الترويق على البارد يضاف أيدروكسيد الكالسيوم مع التقليب لمدة من 10-15 دقيقة . أما فى حالة الترويق على الساخن فيضاف أيدروكسيد الكالسيوم مع التقليب لمدة من 4-5 دقيقة .

فى اثناء عملية الترويق الثانوى تحدث بعض التفاعلات للمواد غير السكرية non-sugar substances وتترسب الأيونات الحامضية مكونة مع أيونات الكالسيوم أملاحا غير ذائبة يتم فصلها بعد ذلك بالترشيح .

2- عملية الكربنة Carbonation

وهى عبارة عن تشبيع العصير المروق بواسطة ثانى أكسيد الكربون (يجهز ثانى أكسيد الكربون وكذلك ماء الجير lime water داخل المصنع من كربونات الكالسيوم تعمل على إدمصاص adsorption المواد الذائبة غير السكرية (المواد الملونة وغيرها) ثم يحدث لها ترسيب نتيجة الحرارة المنخفضة (20°م) كما يحدث خفض لقيمة الـ pH (12.0-12.5) إلى (10.8-11.2) فى مرحلة الكربنة الأولية pre-carbonation .

هناك جزء ذائب من أيدروكسيد الكالسيوم يكون فى حدود من 0.08-0.1٪ (CaO من وزن البنجر) هذه الكمية الذائبة من أيدروكسيد الكالسيوم لاتسمح للمواد المترسبة من المواد غير السكرية على كربونات الكالسيوم بالذوبان مرة أخرى (فى الجزء الذى يجرى له الترويق الإبتدائى) حيث يتم رفع درجة الحرارة إلى 90°م ثم تقسم إلى جزئين :

أ- جزء فى صورة معلقة حيث يكون به بعض الألياف ويمثل من 20-25٪ من حجم العصير الكلى .

ب- جزء رائق ويمثل من 75-80٪ من حجم العصير الكلى .

يؤخذ الجزء المعلق الثقيل الذى يمثل من 20-25٪ من العصير حيث يتم إجراء عملية الترشيح تحت تفريغ أو الترشيح بالضغط Pressure filteration فنحصل على راسب والعصير الرائق ،.أما الراسب فيتم غسله بواسطة الماء ويخرج الفاقد waste فى حين يضاف الراشح إلى بقية العصير (75-80٪) ثم تجرى عملية الكربنة الثانوية بواسطة ثانى اكسيد الكربون حيث تكون درجة القلوية 0.015-0.05٪ مقدرة كـ CaO (عندها يكون الـ pH 9.3-9.5) على درجة حرارة 20°م. بعد إجراء الكربنة الثانوية يرشح العصير وتجرى عملية الكبرتة sulphiting بواسطة SO_2 حتى يصل إلى pH إلى 8.5-9.0 .

ثم تجرى عملية التبادل الأيونى لإزالة أيونات الكالسيوم حيث أن ترسيب أملاح الكالسيوم على التنكات أو الممرات أو فى الأنابيب الموصلة للعمليات الأخرى . يؤدى إلى تقليل كفاءة عمليات نقل الحرارة والحركة بين العمليات المختلفة ، ولذلك فإنه يتم إزالة أيونات الكالسيوم بواسطة مبادلات ايونية تحتوى على راتنج resins عبارة عن أيونات الأراضى القلوية .

3- عملية البلورة Crystallization

العصير الناتج يسخن إلى درجة حرارة من 125-130°م ثم التركيز بواسطة التبخير على عدة مراحل تحت تفريغ حتى يصل تركيز الشراب إلى 65٪ مواد صلبة ثم يتم رفع هذا الشراب بواسطة مضخة إلى جهاز الكبرتة مع السكر الأصفر الذائب ويختلط الشرابان معا ويصبح الشراب الناتج مايسمى الشراب العام major syrup حيث تتم الكبرتة بواسطة SO_2 حتى درجة pH 8.2-8.5 ثم يسخن إلى درجة 85°م ويرشح باستخدام مساعدات الترشيح . بعد ذلك يوجه الشراب إلى مجمع الشراب حيث يرفع التركيز تحت تفريغ للوصول إلى مرحلة قرب التشبع ثم تتم البلورة عند خفض

درجة الحرارة وينتج محصول السكر الأبيض والذى يسمى المحصول الأول للبلورات First crystallization crop أو السكر الأبيض White sugar .

9-1-3-4 التفاعلات الكيماوية أثناء مراحل التنقية

Chemical reactions during the purification steps

لتفسير مايحدث أثناء عملية الترويق الأولى أو الثانوى لابد أن نفهم التوازن الكيماوى بين ماء الجير $Ca(OH)_2$ والسكروز والماء فى الوسط ، حيث أن هذا التوازن يتوقف على درجة الحرارة المستخدمة وعلى العلاقة بين تركيز هذه المركبات بعضها إلى بعض . مع العلم بأن المواد غير السكرية Non-sugar substances ليس لها تأثير على هذا التوازن الكيماوى ولذلك فإنها لاتؤخذ فى الإعتبار :

بدراسة ذوبان أيدروكسيد الكالسيوم فى محلول سكروز 13٪ وهو تركيز مشابه لتركيز السكروز فى العصير الخام ومقارنته بذوبان أيدروكسيد الكالسيوم فى الماء النقى على درجة حرارة مختلفة كما فى الجدول 9-1 .

جدول 9-1 : ذوبان السكروز فى الماء النقى ومحلول ماء الجير عند درجات حرارة مختلفة .

تركيز CaO	20°م	30°م	40°م	50°م	60°م	70°م	80°م	90°م
فى الماء النقى	0.124	0.114	0.107	0.097	0.088	0.076	0.065	0.007
فى محلول 13٪ سكروز	-	-	1.22	0.829	-	0.405	0.305	0.254

المصدر : Sapronov (1979)

يلاحظ أن درجة الحرارة تؤثر على درجة الذوبان حيث تقل كلما ارتفعت درجة الحرارة . من الجدول 9-1 نجد أن ذوبان أيدروكسيد الكالسيوم على درجة حرارة 80°م وهى الدرجة المشابهة لدرجة حرارة الترويق (80°م) . نجد أن أيدروكسيد الكالسيوم فى محلول السكروز 13٪ كان 0.305٪ مقدرة لـ CaO وفى الماء النقى 0.065٪ مقدرة لـ CaO .

من ذلك نجد أن هناك تفاعلا بين السكروز وأيدروكسيد الكالسيوم وهذا يؤدى إلى زيادة الذوبان بهذا الفارق .

$$Ca^{++}(OH)_2^{--} + 2H^+ (C_{12}H_{22}O_{11})^- \rightleftharpoons Ca^{++}[(C_{12}H_{22}C_{11})_2]^- + H_2O$$

معقد سكروز وكالسيوم

حيث يكون الكالسيوم مع السكروز معقدا كما هو واضح من المعادلة السابقة . وعند استخدام الحساب لمعرفة كمية ذوبان أيدروكسيد الكالسيوم لتفاعل كيماوى تبعا للأوزان الجزيئية نجد أن :

الوزن الجزيئى للسكروز 342، الوزن المكافىء لأيدروكسيد الكالسيوم 56 ÷2.0= 28

∴ تركيز أيدروكسيد الكالسيوم الذائب يؤثر على التوازن الكيماوى بحيث يكون كالآتى:

$$\frac{28}{342} \times 13 \text{ (تركيز السكروز)} = 1.06\%$$

ولكن بالتجربة وجد أنه فقط 0.305٪، وتفسير ذلك أن معقد السكروز والكالسيوم يحدث له تفاعل عكسى وذلك لإحداث التوازن .

حيث أنه كلما استهلك الجزء الذائب من أيدروكسيد الكالسيوم يحدث تحلل للمعقد ليعوض هذا الجزء . وهذا يتوقف على الكمية الفعالة من أيدروكسيد الكالسيوم وعلى درجة الحرارة ، وذلك لأن إرتفاع درجة الحرارة يؤدى إلى حدوث تحلل للمعقد وهذا يؤدى إلى حدوث ترسيب جزئى لأيدروكسيد الكالسيوم ، وبالتالى ينخفض مقدار الذائب منه فى الوسط . وأثناء عملية الترويق clarification يرجع التأثير إلى الجزء الحر من أيدروكسيد الكالسيوم وليس الجزء المرتبط مع السكروز ولذلك فإن النشاط يكون مرتبطا بالنشاط القلوى أو بمعنى آخر بدرجة pOH . وقد وجد أن أفضل درجة pH لإجراء عملية الترويق بشكل أكفأ (معادلة الأحماض العضوية ـ تجميع المواد الغروية coagulation وهى من (11-11.5) حيث أن معظم المواد الغروية خاصة البروتينات والأحماض الأمينية تكون نقطة التعادل الكهربى I.E.P لها فى المدى من (pH 11.5-11) .

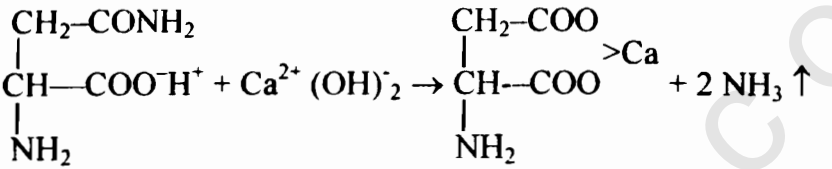
9-1-3-5 : التفاعلات الكيماوية أثناء عملية الترويق الأساسى :

تحت تأثير التركيز العالى من أيونات الأيدروكسيل $(OH)^-$ فإن ذلك يعتبر عاملا مساعدا قويا لإستمرار نجاح عملية الترويق وذلك لأن أيونات الأيدروكسيل توقف التفاعلات التى يتم فيها تكسير أملاح الأمونيا والأميدات والأحماض الأمينية والمواد البكتينية والمركبات المختزلة وكذلك المواد الدهنية :

أولا : أملاح الأمونيـــــا:

$$2\,NH^{+}_{4} + Ca^{2+}(OH)^{-}_{2} \rightarrow 2\,NH_4OH + CaCl_2$$
$$2\,NH_4OH \rightarrow NH_3 \uparrow + H_2O$$

ثانيا : الأميدات (مثل الأسبراجين والجلوتامين):



أسبراجين — ملح الكالسيوم للإسبراجين

يتكون ملح الكالسيوم للأسبراجين وهو من المواد الذائبة التى تسبب مشاكل أثناء عملية البلورة وتؤدى إلى زيادة فقد السكروز فى المولاس وتنفصل الأمونيا . تختلف سرعة تحلل الأميدات عن بعضها نسبيا . ففى محلول 15٪ سكروز ، 2٪ $Ca(OH)_2$ وعلى درجة حرارة 85°م (نفس ظروف الترويق الثانوى) وجد أن سرعة تحلل الجلوتامين تصل إلى 36 ضعف سرعة تحلل الإسبراجين . ويمكن إحتواء العصير بعد عملية الترويق على الآتى :

المواد الذائبة بالعصير $Ca(OH)_2$, KOH , $Ca^{+}A^{-}$, sucrose

المواد الغير ذائبة (راسب) $Ca(OH)_2$, CaX_2 , coagulation substances

المواد المختزلة فى الوسط القلوى يحدث لها تكسير ، وتتكون الأحماض العضوية والأحماض السكرية ويساعد على ذلك عملية التشابه isomerism حيث تتكون الصورة الإينولية فى الوسط القلوى . وجزء من نواتج تكسير المواد المختزلة والمركبات الأمينية يدخل فى تكوين بعض مجاميع الألوان فى العصير . وكلما كانت القلوية مرتفعة كلما قل تكوين هذه المركبات الملونة (الميلانين) حيث يتوقف ذلك على تركيب العصير ومحتوياته .

كذلك فإنه يحدث للدهن الموجود بالعصير تصبن saponification ويتكون جلسرين يظل ذائبا فى العصير بينما تترسب أملاح الكالسيوم للأحماض الدهنية . ويكون البكتين فى وجود أيدروكسيد الكالسيوم راسبا من بكتات الكالسيوم إذا كانت كمية البكتين قليلة وهذا يستغرق وقتا قصيرا أما إذا كانت كمية البكتين كبيرة ويحدث

تلامس بينها وبين أيدروكسيد الكالسيوم لفترة طويلة فإن البكتين يحدث له تكسير ويتكون كحول ميثايل وحامض خليك وحامض بكتيك ، حيث يتطاير كحول الميثايل أثناء تركيز العصير بالبخار ، أما حامض الخليك فيكون خلات كالسيوم فى حين يكون حامض البكتيك راسبا غرويا من بكتات الكالسيوم تؤدى إلى صعوبات فى الترشيح .

6-3-1-9 عملية الكربنة Carbonation

ويتم فيها تشبيع العصير المروق بغاز ثانى أكسيد الكربون وذلك على مرحلتين :

أولا : الكربنة الأولية First carbonation حيث تحدث التفاعلات الآتية :

فى العصير المروق يكون محتواه من أيدروكسيد الكالسيوم كالآتى :

90٪ فى صورة معقد مع السكروز

10٪ فى صورة حرة ذائبة .

عند الكربنة يحدث الآتى :

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H^+_2\, CO_3^{-2}$$

نتيجة لذلك يحدث تفكك لمعقد السكروز والكالسيوم وينفرد جزء من أيدروكسيد الكالسيوم الذى يتفاعل مع ثانى أكسيد الكربون ليكون كربونات كالسيوم ، وتستمر هذه العملية لإحداث التوازن الكيماوى فى العصير حتى يتحول كل أيروكسيد الكالسيوم المضاف أثناء عملية الترويق إلى كربونات كالسيوم $CaCO_3$ ، وبذلك تنخفض قلوية العصير إلى 0.15٪ مقدرة كـ CaO بسرعة ويحافظ على هذا المستوى حتى يظل الراسب المعلق ذائب حيث يتكون من معقد من كربونات الكالسيوم والسكروز وأكسيد الكالسيوم (كربونات الكالسيوم السكرية) ويكون عبارة عن جل ذى قوام ثقيل $(C_{12}H_{22}O_{11})_x\,(CaCO_3)_y\,(CaO)_z$.

كلما كانت قيمة كل من x , z صغيرة كلما قل تكوين الجل وقل إرتباط السكر بواسطة كربونات الكالسيوم وبالتالى يقل تكوين المعقد . وفى نهاية عملية الكربنة الأولية يتحول كل أيدروكسيد الكالسيوم إلى $CaCO_3$ وتنخفض القلوية إلى 0.1٪ مقدرة كـ CaO من وزن البنجر . وعند قيمة من الـ pH = 11-11.5 يتحول الجل إلى حالة بللورية ويصبح من السهل فصل الراسب :

$$Ca^{2+}\,(OH)^-_2 + H^+_3\,CO_3^{2-} \rightarrow 2\,H_2O + Ca^{2+}\,CO_3^{2-}\downarrow$$

راسب

والصورة التى يكون عليها العصير بعد الكربنة الأولية هى كالآتى :

المواد الذائبة : $Ca(OH)_2$, KOH , CaA_2 , sucrose

المواد الغير ذائبة : CaX_2 + المواد المدمصة الغير سكرية، $CaCO_3$

حيث : A_2 : تعبر عن الأحماض الأمينية

X_2 : الأملاح غير الذائبة للكالسيوم مع الأحماض العضوية .

ويجب التحكم فى حجم بللورات الكالسيوم (وذلك عن طريق التحكم فى كمية ثانى أكسيد الكربون) المتكونة أثناء الكربنة الأولية ويتأتى ذلك بدراسة الظروف الطبيعية للمصنع بحيث نحصل على أعلى إنتشار للبللورات فى العصير مما يؤدى إلى إدمصاص أكبر كمية من الشوائب وفى نفس الوقت عدم إعاقة عملية الترشيح أو حدوث فقد للعصير بداخل الراسب . وبعد إتمام عملية الكربنة الأولية فإنه يتم التخلص من 20٪ من المواد غير السكرية الموجودة بالعصير والتى يتم التخلص منها بعد التنقية الكاملة .

ثانيا : الكربنة الثانوية Second carbonation

العصير المرشح بعد عملية الكربنة الأولية والذى يحتوى على بعض المواد الذائبة مثل : CaA_2 (KOH, $Ca(OH)_2$) (الأحماض الأمينية متحدة مع الكالسيوم) والسكروز . عند دفع ثانى أكسيد الكربون فى العصير الناتج فإننا نتخلص من الأملاح الذائبة مثل أيروكسيد الكالسيوم والبوتاسيوم وكذلك يزال كل الكالسيوم المرتبط مع الأحماض العضوية والمركبات المعقدة .

ويجب التأكد من التخلص من كل أملاح الكالسيوم والماغنسيوم خاصة إذا لم تكن عملية التبادل الأيونى Ion exchange خطوة فى خط الإنتاج . وننوه إلى أهمية هذه العملية للتخلص من أملاح الكالسيوم والماغنسيوم حتى لا تترسب على أسطح المبادلات الحرارية وفى الأنابيب المستخدمة لنقل العصير والشراب . وتجدر الإشارة إلى أن وجود الكالسيوم فى العصير والشراب يؤدى إلى حدوث فقد للسكروز فى المولاس .

وأثناء الكربنة الثانوية فإن دفع ثانى أكسيد الكربون CO_2 خلال العصير يؤدى إلى تكوين كربونات كالسيوم والتى تترسب وبالتالى فإن تركيز أيدروكسيد الكالسيوم الحر يقل تبعاً لذلك ومن ثم تنخفض أيضا قلوية العصير :

$$Ca(OH)_2 + H_2CO_3 \rightarrow \downarrow CaCO_3 + H_2O$$

وبعد أن يتم ترسيب كل $Ca(OH)_2$ فإن حامض الكربونيك يتفاعل مع أيدروكسيد البوتاسيوم والصوديوم ويحولهما إلى كربونات البوتاسيوم والصوديوم . وفى أثناء ذلك فإن القلوية تتناقص وتستمر فى التناقص أثناء عملية الكربنة الثانوية حتى تصل إلى التأثير المثالى optimum effect حيث تكون القلوية 0.02-0.03٪ مقدرة كـ CaO وهذا يقابل الـ pH 9.2-9.5 (على درجة حرارة 20°م) وتجدر الإشارة إلى أنه فى مرحلة الكربنة الثانوية فإنه يتم تكوين كربونات الكالسيوم والبوتاسيوم والصوديوم من أيدروكسيداتها وذلك خلال ما يعرف بمرحلة الكربنة القلوية المثالية Optimum alkaline carbonation . أيضا يتكون كربونات الكالسيوم من التفاعل العكسى :

$$K^+_2\,CO_3^{2-} + Ca^{2+}\,A^-_2 \longleftrightarrows CaCO_3 + 2\,K^+A^-$$

حيث أن : (CaA) (معقد الكالسيوم والأحماض الأمينية والعضوية الذائب) .

وهذا التفاعل هام جدا أثناء الكربنة الثانوية حيث يعمل على خفض تركيز أملاح الكالسيوم فى العصير ، وهو الأمر الذى يعتبر من أهم أهداف هذه المرحلة ولذلك فإنه يجب التأكد من ترسيب Sedimentation كل أملاح الكالسيوم فى الكربنة الثانوية ، وللوصول إلى ذلك فإنه من المهم أن يتحول كل من أيدروكسيد البوتاسيوم والصوديوم إلى كربونات وتترسب حيث أن كفاءة عملية الكربنة الثانوية تتأثر كثيرا بوجود آية آثار من ايدروكسيد البوتاسيوم أو الصوديوم . وبعد الكربنة الثانوية تصبح مكونات العصير كالآتى :

المواد الذائبة : $K_2CO_3 + CaA_2 + Sucrose$

المواد غير الذائبة : المواد غير السكرية المدمصة + $CaCO_3$

وتقاس كفاءة الكربنة الثانوية أيضا بالقدرة على منع تكوين البيكربونات والتى قد تتكون نتيجة لعدم دفع ثانى أكسيد الكربون فى العصير بالفدر الكافى . أيضا تقاس كفاءة الكربنة عن طريق حجم البللورات من كربونات الكالسيوم ، إذا لم يتم تحويل البيكربونات إلى كربونات فإنها تسبب مشاكل كثيرة أهمها ترسيب أملاح الكالسيوم على أسطح المبادلات الحرارية مما يقلل من كفاءتها .

obeikandl.com

9-1-3-7 تأثير عمليات التنقية Purification على مكونات العصير

نتيجة عملية التنقية (الترويق والكربنة) يتم التخلص من المواد غير السكرية Nonsugar وذلك فى مرحلة الترويق ومرحلة التشبع الأولية حيث تتخلص فى المرحلتين من حوالى 20 - 25٪ ، أما مرحلة التشبع الثانوية فتؤدى إلى التخلص من 3-5٪ ، أى أن المرحلتين تؤديان إلى التخلص من حوالى 30٪ من المواد غير السكرية بالعصير وهذه تمثل (80-90٪ من البروتين والأمينات والمواد النتروجينية وأيضا 40-45٪ من المواد غير النتروجينية العضوية وكذلك 10- 12٪ من المعادن) .

وتحت الظروف المثالية فى مرحلة الترويق الإبتدائية (88-90°م وعند pH = 11 لمدة 4 دقائق) يحدث الآتى للعصير :

تحلل لحوالى 10٪ من المواد المختزلة السكرية .

تحلل لحوالى 7٪ جلوتامين (أميد) .

أما فى مرحلة الترويق الأساسى (85°م عند pH = 2/لمدة 15ق) فإنه يحدث تحلل لحوالى 60-90٪ سكاكر مختزلة

50-60٪ جلوتامين

10-12٪ اسبراجين

2-3٪ بروتين

فى مرحلة التشبع أو الكربنة قبل الترشيح للعصير يحدث أيضا تحلل لحوالى 30٪ جلوتامين ، 7-8٪ أسبراجين . وكذلك تحلل لكل السكاكر المختزلة المتبقية بعد عمليتى الترويق .

من ذلك يتضح أن العصير الذى نحصل عليه بعد عملية الترويق والكربنة يكون تقريبا خاليا من كل المواد السكرية المختزلة والجلوتامين أما بقية الاسبراجين فإنه يتم تحلله أثناء عملية التبخير وحيث أن كمية الاسبراجين بالنسبة لكمية الأحماض الأمينية (المركبات النتروجينية فى العصير) غير كبيرة لذلك فإن وجودها فى العصير النقى لا يمثل أية قيمة ولا يؤثر على جودة العصير أو الشراب ومن ثم يمكن أن نجد تركيب العصير فى محطة التبخير كالآتى :

13-14٪	مواد صلبة ذائبة
11.5-12.5٪	سكروز

٪0.7-0.5	مواد نيتروجينية
٪0.4 -0.3	مكونات معدنية
نقاوة العصير	٪90-86
اللون	25-15 وحدة لون
محتوى أملاح الكالسيوم ٪0.015 CaO	

ويمكن حساب كمية الفاقد من السكروز أثناء عمليتى الترويق والكربنة من كمية الراسب بعد الترشيح وكذا محتوى الراسب من السكروز وهذه تمثل الكمية الأساسية . هناك كمية أيضا تفقد نتيجة لتحلل السكروز فى الوسط القلوى أثناء عمليات التنقية وهذه لا يمكن حسابها . يمكن القول بأن كمية السكروز المفقودة والتى تكون ظاهرة فى الراسب أو غير ظاهرة نتيجة لتحلل السكروز تتوقف على الطرق المستخدمة فى التنقية وكذلك على جودة البنجر المستخدم . وعموما فهى تمثل فى الغالب حوالى ٪0.1 من وزن البنجر المستخدم ، وإذا زادت عن ذلك فإن هذا يعد أمرا غير مرغوب فيه ولا بد أن يعالج للتقليل من الفاقد بقدر الإمكان .

9-1-4 العسل الأسود Treacle

العسل الأسود عبارة عن نوع من المولاس عالى التذوق high taste molasses وهو قابل للاستهلاك الآدمى بعكس نوع المولاس المعروف باسم black strap molasses (BSM) ويعزى ذلك إلى طبيعة تركيب كل منهما كما يتضح من الجدول رقم 9-2.

جدول 9-2 : مقارنة بين تركيب العسل الأسود Black strap molasses

المكون	العسل الأسود	B.S.M.
T.S (٪)	85-80	92-85
بركس (درجة)	80	88-74
سكاكر كلية (٪)	80	50
سكاكر مختزلة (٪)	53	30-12
سكروز (٪)	27	40-24
رماد (٪)	2.25	15-7
pH	5.1	5.6

والـ B.S.M هو عبارة عن الناتج الثانوى المتحصل عليه فى المرحلة الأخيرة من مراحل إنتاج السكر الخام أو السكر المكرر ، وهو يفصل فى المراحل الأخيرة من عملية البلورة . وعادة فإن الـ B.S.M. لا يستخدم كغذاء ولكن يستخدم فى التخمرات الصناعية وقد يرجع عدم مواءمته كغذاء إلى إرتفاع نسبة الأملاح حيث تعطيه طعما غير مستساغ (يحتوى على نحو 15٪ رماد).

أما العسل الأسود (المولاس edible molasses) فهو عبارة عن عصير قصب يتم ترويقه جزئيا (عند pH 6-) بماء الجير ثم يجرى تركيزه مع إجراء تحليل مائى للسكروز حتى تركيز 80-85° بركس .

والعسل الأسود سائل حلو المذاق Sweet ذو كثافة عالية ويعتبر من الوجهة التغذوية مصدرا جيدا للسكاكر وبعض العناصر المعدنية ، وقد بلغ إنتاج مصر من العسل الأسود نحو 349 و 60 طنا فى عام 1995 تم تصدير نحو 551 طنا منها إلى الخارج .

وقد قامت الباحثة وفاء أمين (Amin ، 1997) بدراسة بحثية وكيماوية وتكنولوجية على العسل الأسود المنتج فى مصر ، وقد استنتجت أن العسل الأسود عالى الجودة يكون له التركيب التالى :

الرطوبة	30-25٪
المواد الصلبة	75-70٪
السكروز	45-40٪
السكاكر المختزلة	25-20٪
السكاكر الكلية	70-60٪ (بمتوسط 65٪)
الرماد	2-1٪

ولقد توصلت الباحثة إلى إمكانية إستخدام خمسة معايير لتقييم جودة العسل الأسود وهى على النحو التالى :

1- النسبة المئوية بين السكاكر الكلية والمواد الصلبة الذائبة الكلية : إرتفاع هذه النسبة المئوية يعتبر دليلا على أن السكاكر الكلية هى المكون الرئيسى للمواد الصلبة الذائبة الموجودة فى العسل السود .

2- النسبة المئوية للسكاكر المختزلة : السكاكر الكلية : يجب أن تتراوح بين 30-إلى 35٪ للعسل الأسود ذى الجودة العالية .

3- النسبة المئوية للسكروز : السكاكر الكلية : القيمة المقترحة لهذه النسبة يجب أن تتراوح من 60 إلى 65٪ للعسل الأسود عالى الجودة .

4- نسبة السكروز : السكاكر المختزلة : تعتبر هذه القيمة من المؤثرات الهامة جدا ويجب أن تتراوح من 1.5 إلى 20 وذلك بغية الحصول على عسل أسود عالى الجودة وخالى من التسكير .

5- نسبة السكاكر المختزلة : الرماد : تبين أن القيمة العالية لهذه النسبة تؤدى إلى زيادة ذائبية السكروز ومن ثم فإنها تقلل أو تمنع عيب تسكير العسل .

9-2 تكنولوجيا الحلوى (القنـــد) Candy Technology

9-2-1 مقدمة

تجدر الإشارة إلى أن الكلمة الإنجليزية candy أصلها عربى (فندة أى قطعة الحلوى). والفند عبارة عن بللورات السكر أو الكتلة الصلبة المتبلورة أو الناتجة من تبخير أو غلى سكر القصب أو شرابه أو مايماثلهما وكذا آية منتجات مغطاة بهذه البللورات أو قطع منها . ومن التعريفات الأخرى للقند أنه السكر المبلور المتحصل عليه بعملية غليان متكررة مع التبخير البطئ . وتمثل صناعة القند أهم تاسع صناعة من الصناعات الغذائية فى الولايات المتحدة الأمريكية والتى توجد بها أكثر من 1200 شركة لتصنيع القند يصل إجمالى ماتنتجه سنويا إلى أكثر من 3.75 بليون رطل بقيمة تربو عن 2 بليون دولار ؛ وبمعدل يصل إلى 90 مليون قطعة قند يوميا . ويصل إنتاج الفرد سنويا إلى نحو 20 رطل . وهناك أكثر من 2000 نوع من القند فى العالم؛ ويندرج تحت كل نوع منها مئات من الأصناف ، فعلى سبيل المثال توجد أكثر من 500 خلطة (تركيبة) مختلفة للنوجا ، 100 خلطة للمارشمللو ، وباستثناء الشيكولاتة فإن اختلاف أنواع القند يرجع أساسا إلى اختلاف طرق الطبخ لإزالة كميات مختلفة من الرطوبة مع التحكم أو منع تكوين البللورات .

9-2-2 تقسيم القند Classification of candy

كما أسلفنا فإن هناك أكثر من 2000 نوع من القند ولذا فإن وضع تقسيم محدد لأنواع القند يعتبر أمرا غير يسير ، غير أنه يمكن تقسيم القند باستخدام أكثر من طريقة فعلى سبيل المثال يقسم القند وفقا للقوام إلى ثلاث مجموعات وهى:

1- القند الصلب Hard candy

وتشتمل هذه المجموعة على أنواع مختلفة من القند الصلب التى لا يزيد المحتوى الرطوبى بها عن 1٪ فقط .

2- قند المضغ Chewy candy

وتشتمل هذه المجموعة على الكراملة والطوفى والنوجا

3- القند الطرى Soft candy

وهذه المجموعة يندرج تحتها أنواع الفوندان والفدج والمارشمللو والجيلى .

وتجدر الإشارة إلى أن نسبة الرطوبة تزيد فى هذه المجموعات الثلاث فى الإتجاه من 1 إلى 3 من ناحية أخرى فإنه يمكن تقسيم القند حسب التركيب الكيماوى كالآتى :

1- منتجات مصنعة من السكر فقط .

وتشتمل هذه المجموعة على القند الصلب والفوندان الأساسى .

2- منتجات مصنعة من السكر أساسى بالإضافة إلى مواد غير سكرية لا تزيد عن 5٪ ويندرج تحت هذه المجموعة النوجا والمارشمللو والكاست كريم وجيلى البكتين .

3- منتجات مصنعة من السكر بالإضافة إلى مواد غير سكرية تزيد عن 5٪ وتشتمل هذه المجموعة على الفدج - الكرملة ، والشيكولاتة والصموغ الصلبة .

وسنتناول هنا باختصار الخواص المميزة لكل ناتج من منتجات القند الشائعة ثم سنشرح تفصيلا تقنيات إنتاجها :

القنـد الصلب Hard candy

يصنع القند الصلب من السكروز فقط ، وهو ناتج غير متبلور مع إضافة أو عدم إضافة مواد مكسبة للون أو الطعم . ولا بد من إضافة حامض عضوى لإحداث عملية تحول inversion للسكروز للحيلولة دون حصول تبلور . ويمكن القول بأن القند الصلب ماهو إلا سائل فائق التبريد supper cooled liquid (مثل الزجاج تماما غير أن الأخير مصنوع من السيليكا بدلا من السكر) ويقسم القند الصلب أربعة طرز أساسية هى :

أ- القند الرائق (يكون شفافا كالزجاج)

ب- القند المشدود : مثل السمسمية ، وتؤدى عملية الشد إلى إدخال الهواء للحصول على لون أبيض وكذا سهولة التشكيل وزيادة الحجم .

جـ- قند محبب .

د- قند محشو بمادة مثل المربى .

2- الكريمة (الفوندان) Cream (Fondant

وهى أساسا عبارة عن مخلوط من بللورات سكروز دقيقة جدا مع شراب السكر والذى يتم تسخينه إلى مرحلة فوق التشبع ثم يبرد للمحافظة على حجم دقيق

للبللورات (يمكن تحقيق ذلك عن طريق التقليب) . وعادة فإنه لايضاف حمض عضوى لأن حدوث البللورة أمر غير مرغوب (يلاحظ أن السكروز له خاصية التبلور بعكس السكر المحول) . ويقسم الفوندان إلى قسمين رئيسيين هما :

أ- فوندان أساسى Basic fondant ويتكون من السكر والماء فقط .

ب- الفوندان المعدل Modified fonadant ويتكون من مكونات أخرى بالإضافة إلى السكر والماء ، مثل اللبن ، الفاكهة ، المواد المنكهة ، المواد الملونة .. الخ .

3- الفدج Fudge

يعتبر الفدج بمثابة (هجين) بين الكريمة والكراملة فهو عبارة عن كريمة (بللورات سكروز دقيقة وشراب سكرى) ولكن أساسا يحتوى على اللبن والدهن . وفى هذه الحالة يطبخ اللبن مع السكر بعكس الحال مع الكريمة والتى يتم فيها التحوير بعد طبخ السكر.

4- الكراملة والطوفى Caramel and Toffee

يستخدم هذان الاسمان لناتج واحد فى كثير من الأحيان ، غير أن كلمة الطوفى تستخدم فى انجلترا فى حين تستخدم كلمة الكراملة فى الولايات المتحدة الأمريكية . والاختلاف الأساسى بين الكراملة والطوفى هو أن درجة حرارة طبخ الطوفى أعلى عن نظيرتها للكراملة . كذلك فقد يضاف دهن إلى الطوفى فى حين أنه فى حالة الكراملة فلا بد من إضافة الدهن . وقد يفضل إضافة دهن إلى الطوفى حيث يعمل على منع الالتصاق وسهولة المضغ .

5- النوجا والمارشمللو Nogat and Marshmallow

وهما ناتجان متقاربان ، وأهم مكونات المارشمللو هو الجيلاتين ويشبه المارشمللو الملبن إلى حد ما . والذى يضاف لخفق الهواء ليصبح الناتج مساميا وذا لون أبيض ناصع كلون الجليد ، أما النوجا فتصنع على نفس الأساس (خفق الهواء فى محلول سكرى) ولكن دون إضافة الجيلاتين ، ولكن يضاف دهن لزيادة دخول الهواء كذلك فإن النوجا تطبخ على درجات حرارة أعلى عن تلك التى يطبخ عندها المارشمللو.

6- الجيلى (الهلام) Jellies

إنتشر هذا الناتج فى الحقبة الأخيرة وذلك لسهولة الحصول على خاماته بالإضافة إلى رخص ثمنها ويمكن انتاج العديد من أنواع الجيلى تتباين فى طعومها والوانها . ورطوبة الجيلى عالية (تتراوح من 14 إلى 18٪) ويحتوى إما على النشا أو البكتين . ولا بد من إضافة مكسبات طعم أو ملونات للجيلى إذ أن هذا يعد بمثابة أساس عملية تصنيع الجيلى – ويعتبر الملبن واحدا من أنواع جيلى النشا Starch jellies

7- الصموغ الصلبة Hard gumms

تصنع الصموغ الصلبة من السكر والصمغ العربى والماء وتصل نسبة الصمغ العربى بها إلى نحو 50٪ .

8- الباستليا Bastelia

الباستليا (تسمى لوزون أو داجمة Lozone or Dagee) أطرى من الصموغ ولكنها ليست فى طراوة الجيلى أى أن قوامها وسط بينهما حيث تستخدم نسبة من الصمغ ونسبة من الجيلاتين فى التصنيع ، ومن أمثلة الباستليا ناتج القند المعروف باسم الربسوس

9- البون بون Bonbons

البون بون هو عبارة عن حشو يستخدم فى تغطية القند الصلب hard candy.

10- المارزيبان Marzipane

يصنع المارزيبان من اللوز المهروس المطبوخ جيدا مع الشراب السكرى ويشكل مع الفاكهة .

الشيكولاتة Chocolate

توجد أنواع عديدة من الشيكولاتة منها شراب الشيكولاتة ، شيكولاتة للطبخ ، شيكولاتة مرة ، كاكاو للشراب ، شيكولاتة حلوة ، شيكولاتة للتغطية ، شيكولاتة بالعسل ، شيكولاتة محشوة بالبندق. ويعتبر الكاكاو وزبد الكاكاو من المكونات الرئيسية لصناعة الشيكولاتة.

3.2.9 -صفات السكر والمحاليل السكرية

Properties of sugar and sugar syrups

يعتبر السكر من أهم المكونات إن لم يكن أكثرها أهمية على الاطلاق فى تصنيع الأغلبية العظمى من أنواع القند ، لذا فإنه ينبغى الإلمام بأهم صفات السكر والمحاليل السكرية حتى يكون فى مقدور مصنعى القند تطويع هذه الصفات لإنتاج ناتج القند المطلوب تصنيعه بأعلى صفات جودة . ويمكن إيجاز أهم صفات السكر والمحاليل السكرية التى تؤثر على جودة منتجات القند الناتجة منها على النحو التالى :

أولا: قوة السكر Sugar strength

تعرف قوة السكر بأنها مدى مقاومة السكر لحدوث التحلل المائى hydrosis وتغير اللون عند التسخين على درجة حرارة عالية . والسكر القوى هو السكر الذى يقاوم التحلل المائى والتغير فى اللون بعكس السكر الضعيف وقد أخذ اللون كدلالة لقوة

السكر لأن السكاكر المختزلة تعد بمثابة أهم العوامل المسئولة عن تكوين اللون . ولتقدير قوة السكر يستخدم اختبار يعرف باسم اختبار القند candy test ويجرى على النحو التالى:

1- فى كأس سعة 500 مل ينقل 250 جم من السكر المراد تقدير قوته ويضاف إليها 100 مل ماء .

2- يعلق ترمومتر فى ماسك وبحيث ينغمر الترمومتر فى الكأس (على ارتفاع 0.5 بوصة من قاع الكأس) .

3- يتم تسخين المخلوط تبعا للنظام التالى :

أ- التقليب حتى 70°م مع عدم تغطية الكأس .

ب- بدون تقليب مع تغطية الكأس بزجاجة ساعة قبيل الغليان .

جـ- الغليان بدون تغطية الكأس حتى 176.6°م

هـ - فترات تبريد .

مع ملاحظة أن تتم الخطوتان أ، ب معا فى غضون خمسة عشرة دقيقة . وتعتبر درجة 30°م هى نقطة الصفر للتجربة ويجب ألا يزيد زمن الإرتفاع فى درجة الحرارة من 30°م إلى 70°م عن 3 دقائق و 20 ثانية ويتم ذلك عن طريق ضبط اللهب وتستغرق العملية كلها (للإرتفاع من 30 إلى 176.6°م) زمنا لايتعدى 20 دقيقة ± 20 ثانية .

4- يصب الشراب السكرى على سطح بارد فيتكون شكل دائرى Plaque وهو عبارة عن سائل فوق مبرد Super cooled solution ويمكن إجراء القياسات التالية أثناء الإختبار ثم على الدائرة الصلبة التى تكونت :

رقم الرغوة Foam number

فى الفترة الفاصلة بين تكون الزبد أو الرغاوى الوفيرة والوصول إلى الحالة الإنتقالية (الفترة بين سكون الشراب وحدوث الغليان المستمر) يحدث تمدد للحجم الظاهرى فجأة عند الغليان الحقيقى :

أ- يسجل الزمن بالثوانى الذى يمر بين لحظة التمدد السريع وحتى لحظة سكون الرغاوى ووصولها إلى أقل حجم لها ، وتعرف هذه القيمة بزمن تكوين الرغاوى Duration of foaming .

ب- تقاس المسافة بالسنتيمتر من مستوى سطح الشراب الساكن قبل تكون الرغاوى وبين أعلى إرتفاع وصلت اليه الرغاوى وتحسب النسبة المئوية للزيادة فى الحجم والتى تعرف باسم حجم الرغوة Volume of foam .

وناتج الرقمين المتحصل عليها من (أ) ، (ب) يعرف باسم رقم الرغوة Foam No. والذى كلما زادت قيمته دل ذلك على ضعف السكر . أما الإختبارات التى تجرى على دائرة القند الصلب Plaque فهى تشتمل على ما يلى :

أ- **المظهر العام Appearance** : ويتضمن اللون ـ الشفافية ـــ غياب أو وجود الفقاعات.

ب- **الوزن Weight** : توزن دائرة القند بعد وصول درجة حرارتها إلى درجة حرارة الغرفة إلى أقرب 0.05 جم .

جـ- **المساحة Area** : تقاس مساحة دائرة القند الصلب بالسم^2 بواسطة البلانيميتر .

د - **المساحة النوعية Specific area (slump)** : المساحة النوعية عبارة عن المساحة projected area (المقدرة فى جـ) مقسمة على وزن دائرة القند الصلب بالجم أى أن وحدات المساحة النوعية هى سم^2/جم ، وكلما زادت قيمة المساحة النوعية كلما دل ذلك على ضعف السكر .

هـ- **السمك Thickness**: يقدر سمك 20 نقطة عشوائية على سطح الـ plaque بواسطة الميكروميتر ويحسب المتوسط وكلما زاد السمك زادت قوة السكر .

ثانيا : ذائبية السكر Sugar solubility

تتوقف سرعة ذوبان السكر فى الماء على حجم بللورات السكر ودرجة نقاوتها. وعادة ماتتم عملية إذابة السكر باستخدام الحرارة . ويؤدى إرتفاع درجة الحرارة إلى زيادة ذائبية السكر . والسكروز يتميز بقدرته -عند درجة الحرارة العالية- على الذوبان فى الماء إذ أن تحمل ضعفها تقريبا من السكروز (ثلاثة أمثالها من السكر عند 67°م ، أربعة أمثالها عند 90°م ، خمسة أمثالها من السكر عند 100°م) ، ومن ثم فمن السهولة تكوين محاليل مركزة من السكروز ثم رفعها إلى درجة فوق التشبع ، وتتميز المحاليل فوق المشبعة للسكر بالثبات أى أنها metastable وهى الصفة التى تعرف فى الصناعة باسم التبريد الفائق supper cooling.

وقد أوصى الباحث فيكتور عزيز (Aziz, 1983) بانتاج السكر السائل (محلول كثيف من السكروز المكرر يتم الحصول عليه قبل عملية البلورة) بمعامل تكرير السكر قبل الوصول إلى مرحلة البلورة فبالإضافة إلى توفير الفت والتكلفة لكل من معامل التكرير والمصانع التى تستخدمه فإن هناك ميزة إضافية تتمثل فى سهولة النقل والتداول ، ويوصى الباحث باستخدام السكر السائل فى صناعة القند الأمر الذى يمكن أن يؤدى إلى توفير نفقات عمليات التخزين والصهر والترشيح والبسترة .

ثالثا: تحبيب السكر Sugar graining

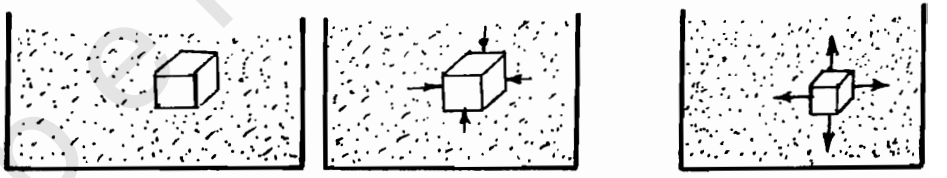
كما سبق القول فإنه يمكن رفع تركيز المحاليل السكرية إلى مرحلة فوق التشبع ؛ ويمكن لهذه المحاليل أن تعطى السكر الذائب فيها على صورة بللورات ، وتسمى هذه الظاهرة بالتحبب graining (أى ظهور البللورات) مع ملاحظة أن هذه العملية يطلق عليها تبلور crystallization فى صناعة السكر . وتعتبر عملية التحبب من العمليات الهامة فى صناعة السكر وتعتبر عملية التحبب من العمليات الهامة فى صناعة القند. فإذا مأردنا تصنيع قند صلب فأنه يهمنا عدم حدوث تحبب بعكس الحال فى صناعة الفواكه المسكرة فى حين أن صناعة الفوندان تتطلب الوصول إلى درجة بسيطة من التحبب بحيث تتكون بللورات دقيقة جدا ومتباعدة . وننوه إلى أن تركيز المحلول السكرى - مع عوامل أخرى - ويلعب دورا أساسيا فى عملية التحبب ذو التبلور حيث أن :

1- محاليل السكر غير المشبعة : يحدث فيها ذوبان لآية بللورات سكر يتم إضافتها قبل الوصول إلى درجة التشبع.
(معدل انتقال المادة الذائبة من من البللورة إلى المحلول أكبر)

2- محاليل السكر المشبعة: لا يحدث نمو ولا ذوبان لبللورات السكر المضافة قبل الوصول إلى درجة فوق التشبع.
(معدل انتقال المادة الذائبة من وإلى البللورة متساوية)

3- محاليل السكر فوق المشبعة : يحدث نمو للبلورات التى تكون فى المحلول
(معدل انتقال المادة الذائبة من المحلول وإلى البللورة أكبر)

ويمكن توضيح ذلك بالشكل رقم 9-7



محلول غير مشبع يحدث ذوبان للبلورة | محلول فوق مشبع يحدث نمو للبلورة | محلول مشبع لايحدث نمو ولاذوبان للبلورة

9-2-4- تأثير درجات حرارة الطبخ cooking على خواص الشراب السكرى:

Effect of cooking temperatures on the properties of sugar syrups :

تتأثر خواص الشراب السكرى بشدة بدرجة حرارة طبخ هذا الشراب ، حتى وأنه يمكن عن طريق تحويل درجة حرارة الطبخ الحصول على صفات متباينة

للشراب السكرى (جدول 9-3) ويمكن عند كل درجة حرارة تشكيل ناتج قند محدد يختلف تماما عن أى ناتج آخر يتم تشكيله عند درجة حرارة أخرى .

وننوه إلى حقيقة هامة مفادها أنه فى صناعة القند فإن طبخ المحلول السكرى يتم للوصول إلى درجة حرارة معينة وليس الطبخ عند درجة حرارة معينة .

جدول 9-3: صفات المحلول السكرى عند درجات حرارة طبخ مختلفة

درجة الحرارة		إسم الإختبار	الإختبار	ملاحظات
م°	ف°			
103	215	الخيط الزجاج Thread (glass)	أ	خيوط > مغطى فقاعات النفخ
104	219	الخيط الكبير Large thread	أ	
105	220	اللؤلؤة الصغيرة Small pearl	ب	تكون فقاعات لامعة
106	222	اللؤلؤة الكبيرة Large pearl	ب	يزداد حجمها
110	230	النفخ Blow	ج	
111	232	الريش Feather	ب	خيوط ريشية صلبة
116	240	الكرة الصغيرة Small ball	ب	كرة ملساء تتفرطح تلقائيا فى الماء البارد
120	248	الكرة الكبيرة Large ball	ب	كرة فى الماء البارد تتفرطح بالضغط
129	264	التقصف الخفيف Light crack	ب	خيوط متماسكة لا تتكسر
133	271	التقصف المتوسط Medium crack	ب	خيوط متماسكة قابلة للكسر
143	289	التقصف العالى Hard crack	ب	خيوط متماسكة سهلة الكسر
168	334	التقصف الشديد Extra hard crack	ب	إسالة السكر
180	356	الكراميل Cramel	ب	تحول لون المحلول إلى البنى

أ- توضع عينة من المحلول المطبوخ بين إصبعين مبللين بالماء البارد ثم يتم ابعاد الإصبعين عن بعضهما .
ب- يغمر ملوق معدنى (< 110°م) فى الماء ثم فى المحلول السكرى ثم فى الماء البارد.
جـ- ينفخ فى الملوق الذى تم غمره فى المحلول السكرى .

المصدر : Lees and Jackson (1975)

وسنحاول القاء الضوء على بعض منتجات القند المعروفة سواء على المستوى العالمى أو المستوى المحلى .

9-2-5- الفوندان والكريمة Fondant and cream

الفوندان والكريمة عبارة عن منتجات لحلوى السكر تحتوى على سكاكر مختلطة فى وجهين .

وبللورات السكر التى تكون الوجه الصلب solid phase ولا ترى إلا بالمجهر تنتشر فى شراب سكرى عالى التركيز .

ويتشابه كل من الفوندان والكريمة فى التركيب غير أن الكريمة تحتوى على نسبة أعلى قليلا من الماء المتبقى ونسبة أكبر من عوامل التحكم فى التحبب والتى تعرف باسم المواد الصلبة الحاكمة doctor solids ويوضح الجدول رقم 9-4 خمس خلطات لهذه المنتجات ونلخص طرق إنتاج الفوندان الأساسى basic fondant والكريمة cream كما يلى :

أ- الفوندان الأساسى Basic Fondant:

1- يذاب سكر القصب أو البنجر كشراب الجلوكوز و/ أو السكر المحول فى الكمية المناسبة من الماء (جدول 9-4) .

2- يطبخ المخلوط إلى 120°م (248°ف) فى حلل طبخ مفتوحة أو فى مبادل حرارى للتركيز حتى 88٪ مواد صلبة كلية باستخدام الطبخ تحت تفريغ .

3- يبرد المخلوط حتى 38-45°م (100-113°ف) .

4- يضرب المخلوط برفق فى إناء واسع .

5- يترك للإنضاج maturation لمدة يوم قبل الإستخدام .

ب- الكريمة Cream

1- يذاب السكر المكرر وشراب الجلوكوز فى الكمية المحدودة من الماء .

2- يطبخ المخلوط إلى درجة الحرارة المطلوبة (جدول 9-4) باستخدام حلة طبخ مفتوحة أو فى مبادل حرارى أو تحت تفريغ حتى تركيز 88٪ مواد صلبة كلية (86٪ فى حالة الكريمة التى تستخدم فى حشو المركز).

3- يبرد إلى المدى من 60°إلى 70°م (140-158°ف) .

4- يضاف الوزن المحدد من الفوندان الأساسى والذى سبق صهره عند 60°م .

5- يضاف الحامض (يذاب فى ضعف وزن من الماء) والمواد الملونة ومواد النكهة ثم بعد الخلط يضاف إنزيم الانفرتاز .

6- يخلط وينقل المخلوط إلى خط التشغيل .

أولا: الفوندان Fondant

تشتمل الطريقة التقليدية لصناعة الفوندان على صب الشراب المغلى على منضدة تبريد cooling table يتم رش رذاذ من الماء على السطح لمنع skinning

وعندما تنخفض درجة الحرارة إلى 40°م (104°ف) يتم الضرب برفق باستخدام مقلب يدوى . ولكن يتم تطوير طريقة التبريد وذلك باستخدام مبردات دائرية drum coolers أو أسطوانية Cylinder coolers . وفى المبردات الدائرية يتم سقوط غشاء رقيق من الشراب المطبوخ على سطح المبرد أثناء دورانه مما يؤدى إلى خفض درجة الحرارة بين 38-43°م (100-110°ف) . ويتم إزالة الشراب المبرد بسكين كاشط scraper blade ثم ينقل إلى ماكينة الضرب beating التى تتكون من bladed shaft تتحرك دائريا بسرعة تسمح بإجراء عملية ضرب الهواء داخل الشراب مما يؤدى إلى حدوث البلورة وتستخدم هذه التقنية فى المصانع الكبيرة لإنتاج الفوندان الأساسى بطريقة مستمرة بمعدل 1000 رطل / ساعة .

ويمكن وضع الفوندان فى صناديق كرتون مبطنة بورق شمعى wax paper أو فى عبوات مورنشة Lacqueral أو عبوات من اللدائن البلاستيك plastic غير أن عبوات القصدير واللدائن لا تناسب تخزين الفوندان لفترات طويلة . ويلاحظ أن جو الفراغ القمى head space فى العبوات المغلقة فوق الفوندان يتباين فى رطوبته النسبية تبعا لتغيرات درجة الحرارة خارج العبوة . وعندما تزيد رطوبة الفراغ القمى عن قيمة الرطوبة النسبية للتوازن relative equilitrium للفوندان فإن الماء humidity سوف يتجمع على السطح ، مما يؤدى إلى إرتشاح leaching out السكر ومن ثم إنخفاض التركيز مما يجعل الفوندان بيئة مثالية لنمو الفطر . ويمكن أن يتأثر الفوندان على ذات المنوال إذا ماتم تخزينه فى عبوات من البلاستيك إذ يتم حبس جيوب هوائية تعمل على زيادة تجمع الماء على سطح الفوندان .

ويجب إجراء عملية إنضاج maturation للفوندان لمدة يوم على الأقل قبل استخدامه فى صناعة الكريمة . وعلى الرغم من أن معظم عملية البلورة تتم خلال عملية الضرب الا قدرا من البللورات يتكون أثناء عملية التخزين . وخلال عملية الإنضاج يحدث إعادة توزيع لبللورات السكر مختلفة الأحجام كما تحدث تغيرات فى تركيز الوجه المكون للشراب ، حيث ينخفض محتوى المواد الصلبة الكلية فى الوجه المكون للشراب فى حين يتم توزيع ماء الشراب بانتظام خلال شبكة الفوندان . وبعد عملية الإنضاج يصبح الفوندان أكثر طراوة بشكل ملحوظ . وخلال عملية الضرب

beating والتى يتم فيها إدخال الهواء تحدث زيادة مفاجئة فى الحرارة (الحرارة الكامنة للتبلور) نتيجة لبلورة السكر ويصل هذا الإرتفاع إلى نحو 10°م (18°ف) . وتجدر الإشارة إلى أن قدرا ضئيلا من الحرارة يتصاعد ايضا أثناء عملية الإنضاج إلا أنه قدر غير محسوس .

جدول 9-4: تركيب خمس خلطات مختلفة للكريمة والفوندان (أجزاء بالوزن)

المكون	الفوندان الأساسى Basic fondant		كريمة مركز الفاكهة (الحشو)	كريمة النعناع	فوندان التورتات (التزيين)
	أ	ب			
سكر مكرر	100	100	50	100	100
شراب جلوكوز (42% JDE)*	25	-	14	50	50
شراب سكر محول (70٪)	-	25	-	-	-
مـــاء	50	50	12	50	50
فوندان أساسى	-	-	100	75	70
حمض الستريك			0.3		
الإثفرتاز			0.25		
مواد نكهة			0.75	0.25	0.25
مواد ملونة	آثار	آثار	0.01	آثار	آثار
الألوان المقترحة	أزرق - - -	أزرق - - -	أصفر برتقالى أحمر أخضر	أزرق - - -	أصفر برتقالى أحمر أخضر
النكهات المقترحة	-	-	ليمون برتقال فراولة	النعناع	ليمون برتقال فراولة
درجة حرارة م° : الطبخ ف° :	120 248	120 248	115 239	119 246	120 248

الـ DE (مكافىء الدكستروز Dextrose equivalent) : وهو عبارة عن كمية السكريات المختزلة مقدرة كجلوكوز بالنسبة للمادة الصلبة الكلية ويقدر كنسبة منوية.

المصدر : Lees and Jackson

ويتميز الفوندان الجيد بالصفات التالية :

1- أن يكون لامعا كالثلج .

2- أن تكون البللورات دقيقة جدا بحيث لا يشعر بها المستهلك فى الفم أو على اللسان.

4- الا يتفتت .

5- عدم نمو البللورات أثناء التخزين .

الفوندان القصير Short fondant

يصنع الفوندان القصير عن طريق غلى مخلوط السكر، الماء ، السكر المحول، وبعد الطبخ السريع حتى الوصول إلى درجة حرارة 116.6°م-118.3°م (212°-245°ف) تتم إضافة الجيلاتين المذاب فى الماء إلى المخلوط ويقلب . وبعد التبريد إلى مدى من 32.2°م إلى 37.7°م (90°-100°ف) تتم عملية الضرب beating لإدخال الهواء حتى يصبح القوام لدنا ويعمل السكر المحول على جعل القوام طريا . ويمكن إعادة صهر الفوندان عند عمل كريمة الويفر cream wafers مثلا وكذا يمكن صهره وإجراء عملية تهيئة tempering له عند درجة حرارة التغطية تتراوح من 57.2° إلى 62.7°م (135°-145°ف) لتغطية البونبون bon bons .

ثانيا : الكريمة Cream

يمكن إعداد الكريمة بأربع طرق هى :

1- تجفيف الفوندان المنصهر بشراب سكرى منخفض التركيز نسبيا .

2- زيادة السكاكر الحاكمة doctor sugars فى خلطة الفوندان ثم إنتاج الكريمة باستخدام وحدة الإنتاج المستمر للفوندان .

3-خلط مسحوق الفوندان المعد بالماء واستخدامه دونما إجراء معاملة إضافية .

4- إعداد شراب وإضافة كمية محددة من الفوندان المحضر إليها .

وتعرف الطريقة الرابعة باسم طريقة bobbatch وتعطى كريمة ذات جودة عالية كما أنها طريقة تتميز تقريبا بانعدام أخطاء التصنيع ، بيد أن درجة الحرارة التى يتم عندها إضافة الفوندان الأساسى إلى الشراب (الذى يعرف باسم bobsyrup) تعتبر عاملا حرجا يؤثر على العملية بأكملها ، إذ أنه يجب عدم إضافة الفوندان الأساسى إلى الشراب عندما تكون درجة الحرارة أعلى من 70°م (158°ف) إذا ما أريد الحصول على ناتج ذى بللورات صغيرة غير أنه حتى عند هذه الدرجة من الحرارة تحدث بعض التغيرات فى نسبة الوجه البللورى إلى الشراب فى الفوندان وهو الأمر الذى يؤدى بالتبعية إلى ارتفاع عدد البللورات الخشنة الموجودة ويعزى ذلك إلى سهولة إعادة

ذوبان البللورات الصغيرة مع ترك البللورات الأكبر تعمل كبذرة . وإذا ما كانت بللورات السكر فى الكريمة كبيرة جدا فإن ذلك يؤدى إلى ظهور بقع بيضاء نتيجة لخروج الشراب من نقط مختلفة فى الشبكة البللورية crystal network . وننوه إلى أن تكون البللورات الخشنة يكون مصاحبا لاستبدال السكر المسحوق فى صناعة الفوندان الأساسى بسكر على هيئة بللورات ويجب تخزين مخلوط الكريمة عند 60-70°م (140-158°ف) ويمكن وضعها فى قوالب النشا أو يتم تشكيلها فى أشكال مرنة من المطاط أو البلاستيك . واستخدام قوالب النشا يؤدى إلى إنتاج كريمة ذات قشرة سطحية crust تحتوى على أقل من نصف المحتوى المائى الموجود فى باقى أجزاء الكريمة . وتفضل الكريمة التى تم صبها فى قوالب النشا إذا ماأريد استخدام هذه الكريمة فى تغطية الشيكولاتة إذ أن وجود القشرة السطحية يساعد على إجراء عمليات التداول اللاحقة للناتج بشكل أفضل . وتحدث إعادة توزيع للشراب بعد تغطية الكريمة بالشيكولاتة ، وتختفى القشرة مع مرور الوقت وأثناء تسويق الناتج . وتعتبر عملية الفرد moviding وإزالة الكريمة من قوالب النشا starch mats عملية مكلفة وتحتاج إلى وقت طويل ، لذا فقد تم تطوير العملية لإختصار وقت التصنيع إلى نحو 30-35 دقيقة حيث يتم صب الكريمة فى قوالب فرد معدنية بمعدلات عالية . ويتم معاملة هذه الوحدات برذاذ خفيف جدا mist من أحادى جلسريد مؤستل acetylated monoglyceride لتحسين عملية فصل الكريمة من القوالب ويستخدم ضغط الهواء من خلال فتحات صغيرة فى القوالب لإخراج الكريمة منها .

تركيب الكريمة والفوندان Composition of creams and fondant

تنتشر بللورات السكر بشكل متجانس خلال وجه الشراب فى تركيب الفوندان والكريمة وتمثل البللورات نحو 50 إلى 60٪ بينما يمثل الشراب من 40 إلى 50٪ من التركيب ويعتبر وجه الشراب مشبعا بالنسبة لبللورات السكر الموجودة . وفى خلال التخزين يطرأ تغير على مستوى تشبع وجه الشراب باختلاف درجة الحرارة ، وهو الأمر الذى قد يؤثر سلبا على جودة الفوندان أثناء التخزين والتداول .

ويعتبر مقاس بللورات السكر الموجودة فى الشراب السكرى بمثابة أحد العوامل الهامة المحددة لجودة الفوندان إذ أن البللورات ذات المقاس الأكبر من 35 ميكرون تكون خشنة المذاق فى حين أن بللورات السكر ذات المقاس متناهى الصغر فتكن متقصفة tacky على اللسان . لذا فللحصول على جودة عالية للفوندان أو الكريمة فإن مقاس معظم بللورات السكر يجب أن تكون فى مدى من 12 إلى 17 ميكرون مع

انتشار بللورات أخرى تتراوح مقاساتها بين 5 ، 30 ميكرون . وخلال التخزين فإن أصغر البللورات هى التى تميل للذوبان وتسبب نموا للبلورات الأكبر من ناحية أخرى فإن عدم وجود توازن بين البللورات والشراب قد ينتج عنه ارتشاح draining للشراب من أجزاء معينة بالفوندان ، مما يؤدى إلى ظهور بقع بيضاء على سطح الفوندان ويعتبر المحتوى المائى من المحددات الهامة جدا فى صناعة الفوندان والكريمة ، حيث يحتوى الفوندان الجيد على 11-12٪ رطوبة بينما تحتوى الكريمة على 13٪ . وننوه إلى أن تغير المحتوى المائى بمقدار 1٪ فقط يمكن أن يؤدى إلى تغير نحو 3-4٪ فى كمية وجه الشراب الموجود . كذلك فإن لعملية التبريد دورا حاكما أساسيا فى جودة الفوندان حيث يؤدى التبريد البطئ أو الضرب عند درجات حرارة عالية جدا إلى انتاج فوندان أو كريمة بها بللورات سكر كبيرة . كذلك فإن التبريد السريع يؤدى إلى تكوين بللورات سكر صغيرة ، وهذه ان تواجدت بكمية زيادة فى الفوندان أثرت سلبا على صفاته التخزينية . أما التبريد الزائد over cooling فإنه يؤدى إلى انتاج فوندان له مظهر نصف شفاف translucent وتتأثر عملية بلورة الفوندان بستة عوامل هى :

1- المواد الخام المستخدمة .
2- نسب المواد الخام بعضها لبعض .
3- محتوى الماء المتبقى .
4- درجة حرارة الضرب .
5- درجة الضرب .
6- سرعة التبريد .

ويحتوى كل من الفوندان والكريمة على الهواء والذى لا تزيد كميته عادة عن 2٪ من حجم الناتج النهائى وينتشر خلال التركيب . وتؤدى الفقاعات الهوائية الكبيرة إلى مظهر غير مقبول unsightly كما انها تؤدى إلى الاسراع من حدوث عملية انتاج الفوندان .

ويتباين تركيب الفوندان والكريمة من حيث نسبة السكروز إلى المواد الصلبة الحاكمة doctor solids* ، فالفوندان الأساسى يجب أن يحتوى على85 جزء سكروز

---

* المقصود بها شراب الجلوكوز والسكر المحول .

obeikandl.com

لكل 15 جزء من هذه المواد فى حين يجب أن يحتوى فوندان التغطية على 87 سكروز ، 13 جزء من الـ doctor solids . أما الكريمة فيجب أن تحتوى على 70 جزء سكروز لكل 30 جزء من الـ doctor solids ، ويعتبر وجود الأخيرة من الأمور الهامة لمنع التصلب hardening. عند تخزين الفوندان وهو العيب الذى يحدث بالنسبة لكل كريمات السكروز . ويمكن تكوين المواد الصلبة الحاكمة doctor solids أثناء التصنيع عن طريق إضافة 1.5٪ من كريم طرطر cream of tartar** (يساعد على حدوث تحلل مائى لنسبته من السكروز وتكوين السكر المحول) . غير أنه من الأفضل إضافة كميات معلومة الوزن من شراب الجلوكوز وعدم الاعتماد على حدوث عملية تحول inversion للسكروز (يتحول السكروز يمينى الدوران إلى السكر المحول يساوى الدوران ولذا سميت العملية بالتحول وهى فى الأصل عملية تحلل مائى) اثناء عملية التصنيع . ويعتبر شراب الجلوكوز ذو مكافئ الدكستروز DE بمتوسط (42) أكثر مواءمة لتصنيع الكريمة والفوندان إذ أن استخدام جلوكوز عالى الـ DE (63) يعطى طراوة tenderness زائدة للكريمة والفوندان .

ويمكن إضافة بعض المكونات فى تصنيع الفوندان والكريمة وذلك بهدف زيادة لزوجة وجه الشراب والذى يؤثر بدوره على كل من عملية البلورة وصفات البللورات المتكونة فلقد سجلت براءة إختراع patent فى هولندا لإضافة الكربوكسى ميثايل سليلوز carboxymethyl cellulose (CMC) (بنسبة (0.25٪) فى نهاية عملية الغليان وذلك كوسيلة لتقليل المقاس الكلى لبللورات السكر فى الفوندان . كذلك فقد اقترح إضافة كميات ضئيلة من الأجار أجار والجيلاتين لتحقيق ذات الغرض سالف الذكر ومن المواد التى اقترح إضافتها بياض البيض المخفوق egg frappe وذلك بغرض زيادة كميات الهواء الموجودة بداخل بناء الفوندان ، ومن ثم زيادة درجة بياضه whitening ، ويعتقد أيضا أن eggfrappe يمنع تجمع فقاعات الهواء والتصلب .

وتجدر الإشارة إلى أن توازن الرطوبة النسبية (erh) للفوندان هو من 75 إلى 80٪ أما للكريمة فإن القيمة المناظرة تتراوح من 80 إلى 85٪ .

ويمكن تخفيض قيمة الـ (erh) عن طريق إضافة من 2 إلى 4٪ من

** Potassium hydrogen tartrate

الجليسرول أو السوربيتول (مواد تحافظ على الرطوبة humectants) إلى الخلطة وكل هذه الظروف تؤدى إلى خفض الـ (erh) بنحو من 5 إلى 10٪ . وقيم الـ (erh) العالية تعنى حدوث تعريق sweat للفوندان أثناء التخزين . أما الفوندان المستخدمة فى تغطية الكيك فإنه يميل إلى امتصاص الرطوبة من الكيك (قيم الـ erh تتراوح من 82 إلى 90٪) .

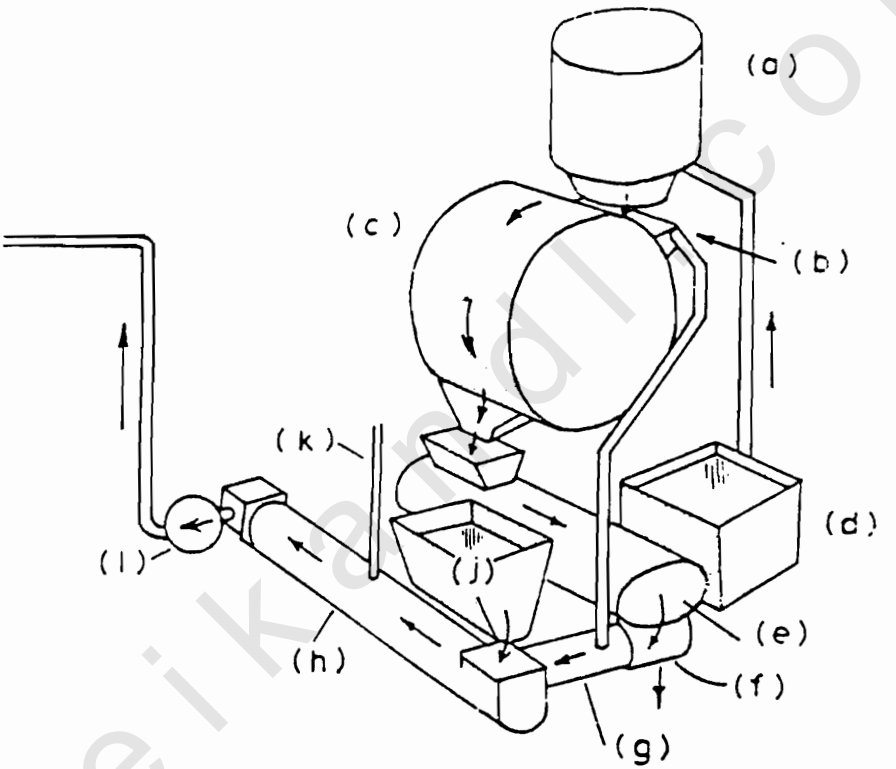
وبالنسبة للفوندان الذى يستخدم فى تزيين decoration الكيك فإنه ينبغى تدفئة الفوندان إلى درجة حرارة تتراوح من 40 إلى 50°م (من 104° إلى 122°ف) ثم يخفف بكمية كافية من الماء الساخن لإعطاء القوام المرغوب لعملية التغطية . ويجب الابتعاد عن استخدام درجات حرارة عالية فى التدفئة للحيلولة دون الحصول على غطاء صلب يفتقد اللمعان . وفى حالة الكيك الذى يحتوى على نسبة عالية من الدهن فإنه يجب تغطيته أولا بفوندان تم تسخينه إلى 80°م(176°ف) ثم بواسطة فوندان ثم صهره عند درجة الحرارة العادية ، ويعزى ذلك إلى تكوين غطاء صلب من الفوندان المزجج glazed fondant يقلل من معدل انتقال الدهن من الكيك .

ويمكن إجراء عملية التغطية بالفوندان بطريقة مستمرة وذلك باستخدام جهاز للتغطية enrober وإذا ماأريد تغطية مركز الحلوى بالفوندان فإن هذه المراكز تعرف باسم الـ Fourres . ويجب تخفيف الفوندان بالماء وتتم عملية التغطية عند 43°م (109°ف) . وإذا ماحدث تقصف فى طبقة التغطية فإن ذلك يكون راجعا لتمدد المراكز تحت تفاوت درجات الحرارة لذلك فإنه من الأهمية بمكان تدفئة المراكز إلى 32°م (90°ف) قبل أن توضع على سيور التغطية ويجب إجراء التجفيف حتى يكتسب الغطاء قوة تحميه أثناء عملية التعبئة ، وتمرر الحلوى المغطاة بالفوندان فى أنفاق تجفيف يتم التسخين فيها من أعلى باستخدام الأشعة تحت الحمراء infra red بينما يتم التسخين من أسفل بواسطة مسطحات الومنيوم مسخنة تحت السيور . ويجب أن تظل رطوبة الهواء منخفضة فى أنفاق التجفيف .

وبالنسبة للكريمة المعدة للتغطية بالشيكولاتة chocolate enrobing فإنه ينبغى أن تكون صلبة بدرجة تسمح بالتداول قبيل التغطية ولكنها تصبح طرية بسرعة عند التخزين . ولتحقيق هذه الطراوة فإنه يجب إعادة بعض السكاكر المبلورة إلى وجه الشراب وذلك بتحويل السكروز إلى سكر محول أكثر ذائبية . ولقد تبين أن إضافة إنزيم الانفرتاز invertase إلى المكونات الأخرى يحقق الطراوة المطلوبة ولكن يجب إضافة الانفرتاز إلى الكريمة بعد أن تنخفض درجة الحرارة إلى تحت 70°م

(158°ف) فى مدى الـ pH المرغوب (من 4.5 إلـى 5.5) وعند معدل 0.12٪ من وزن الناتج النهائى . ونتيجة لعملية تحول السكروز إلى سكر محول تحدث زيادة تقدر بنحو 4 إلى 5٪ فى وجه الشراب .

ويوضح الشكل رقم (9-8) الطريقة المستمرة لتصنيع الفوندان والكريمة



شكل 9-8 : الطريقة المستمرة لتصنيع الفوندان بالكريمة

المصدر : Lees and Jackson (1975) .

a : وحدة طبخ ميكروفيلم
b : مسار الشراب
c : إسطوانة تبريد
d : تجميع الشراب
e : وحدة ضرب الكريمة
f : نقل الفوندان لإعادة الإسالة بطرق أخرى
g : أنبوبة الخلط (1)
h : أنبوبة الخلط (2)
k : مواد النكهة
I : مضخة دفع

9-2-6 الكراملة ، الطوفى ، الفدج Caramel, Toffees and Fudge

أولا : الكراملة والطوفى Caramel and toffees

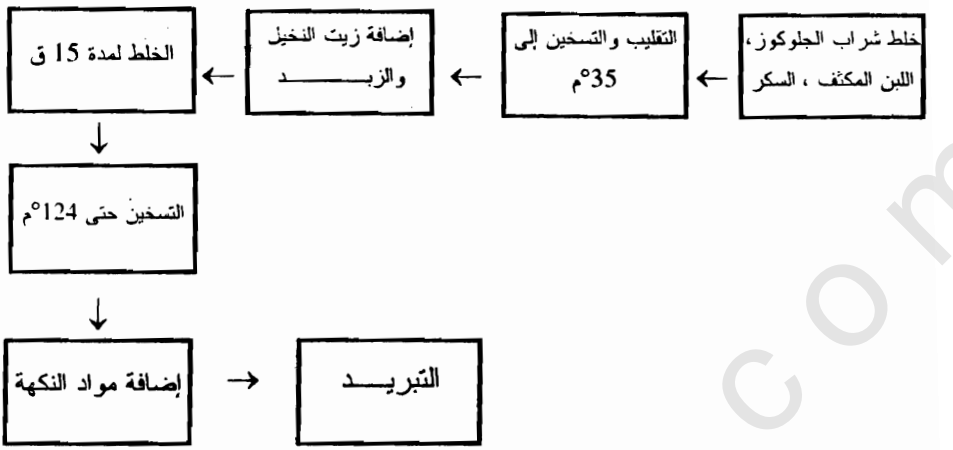
يتم انتاج الكراملة والطوفى عن طريق خلط blending شراب الجلوكوز ، والسكر المكرر و/ أو السكر البنى ، الجوامد اللبنية (عادة فى صورة لبن مكثف كامل الدسم ، الدهن ، الملح ، ثم يركز المخلوط حتى الحصول على محتوى عال من المواد الصلبة الكلية . وتتمحور الفروق الأساسية بين الكراملة والطوفى فى نسبة المتبقى من الرطوبة فى الناتج وكذا فى كمية الدهن المستخدمة . ويمكن إعداد كل من الكراملة والطوفى إما بالطريقة المتقطعة التقليدية أو بالطريقة المستمرة الحديثة .

وفيما يلى مكونات خلطة لإنتاج كراملة عالية الجودة :

المكون	أجزاء بالوزن
شراب الجلوكوز (له DE =42)	170
لبن مكثف كامل الدسم	140
سكر بنى	115
دهن لبن (زبد)	45
ملح	30
مواد نكهة	3

ويلاحظ أن إحتواء الخلطة على الملح يعزى إلى دوره فى إظهار النكهة Flavour enhancer ويوضح الشكل رقم 9-8. خط تصنيع الكراملة ويجب عند تصنيع الكراملة أن يؤخذ فى الاعتبار العوامل المسئولة عن توازن المكونات المختلفة فى الخلطة ، وأهم هذه العوامل :

1- قوام الكراملة .
2- نكهة الناتج .
3- منع التحبب (التبلور) .
4- حماية الناتج من إمتصاص الرطوبة .
5- صفات المضغ الجيد .
6- اللون .
7- الصفات الإنسيابية للناتج .
8- مسلك الناتج عند التقطيع والتشكيل .



شكل 9-8 : خط تصنيع الكراملة أو الطوفى

ويجب على الصانع أن يتذكر أن الكراملة عبارة عن مخلوط معقد من حبيبات الدهن التى توجد فى مجموعات مختلفة المقاس وتكون محاطة بتركيز عال من محلول السكر والذى تذوب فيه الجوامد اللبنية اللادهنية .

ويعتبر المحتوى المتبقى من الرطوبة بمثابة العامل الرئيسى المؤثر على قوام وصفات مضغ الكراملة ، وفى حالة استخدام حلل التركيز المفتوحة فإن عادة ما تستخدم درجة حرارة تتراوح من 125° إلى 130°م (257°-266°ف) ، وتحت هذه الظروف فإن النسبة المتبقية من الرطوبة فى مخلوط الكراملة تتراوح من 6 إلى 8٪، وفى وجود كمية كافية من الدهن فإن الكراملة الناتجة تكون ذات صفات مضغ chewing characteristics جيدة . غير أنه من الضرورى استخدام درجات غليان أعلى (145°م أى 293°ف) إذا ماأريد إنتاج كراملة يتم تسويقها فى أجواء حارة حيث تكون نسبة الرطوبة فى هذه الحالة أقل (نحو 3٪) وهو الأمر الذى ينعكس سلبا على صفات المضغ .

والنسبة بين السكروز واللاكتوز إلى الكمية الكلية من المواد الصلبة لشراب الجلوكوز والسكر المحول تعتبر بمثابة حجر الأساس فى الجودة الحفظية keeping quality للكراملة . وننوه إلى ضرورة أخذ نسبة السكاكر المختزلة الموجودة فى السكر البنى فى الإعتبار وإضافتها إلى المواد الصلبة لشراب الجلوكوز ، كذلك فإن من الضرورى حساب كمية السكروز المستخدمة . وللحصول على كراملة ثابتة فلا بد أن تكون نسبة السكروز (من القصب والبنجر) من 1.2 إلى 1.4 جزء بالوزن : كل جزء بالوزن من السكاكر المختزلة . وتؤدى النسبة الأعلى من السكروز إلى خشونة

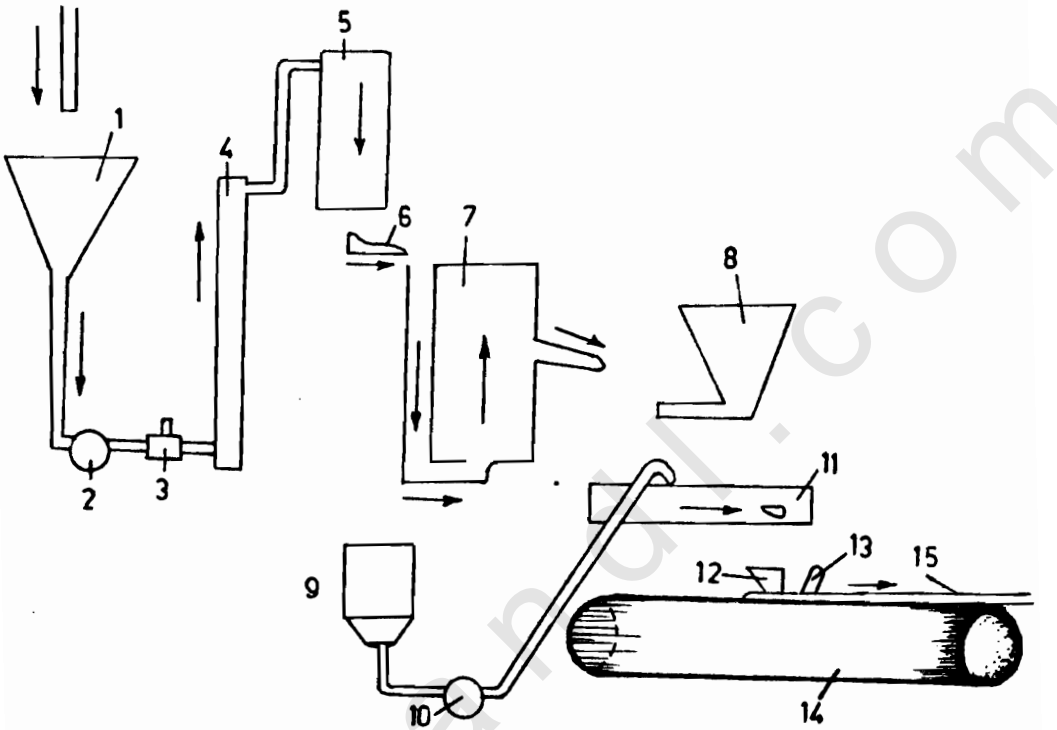
toughness الكراملة وتحببها أثناء التخزين وعلى الرغم من أن الكراملة المحببة grained تجد تقبلا لدى بعض المستهلكين إلا أن التحبب يعتبر واحدا من العيوب التى يجب منعها عند تصنيع الكراملة . وعادة فإن تحبب الكراملة يؤدى إلى ظهور نكهات غير مرغوبة . وتجدر الاشارة إلى أن الفدج Fudge يعتبر صورة من الكراملة المحببة غير أن التبلور الحادث فى هذه الحالة يتم بطريقة يمكن التحكم فيها لإعطاء القوام المطلوب .

ومن الشائع إضافة الفوندان Fondant ليعمل كمحضر للبلورة crystallisation promotor وأحيانا مايتم وصف تحبب الكراملة بأنه بلورة السكر وأحيانا ماتوصف بأنها عملية Fudging نسبة إلى الفدج .

وتعزى عملية تحبب الكراملة إلى عدم إحكام ورق التغليف مما يسمح بدخول الهواء ذى الرطوبة العالية ومن ثم تكثيف الماء على سطح الكراملة وحدوث إرتشاح لكمية من السكر يكون مع الماء المتكثف شرابا ، والأخير يمكن أن يتبخر أو يتبلور تبعا لتغيرات درجة الحرارة . ويعتبر عيب التحبب تغيرا غير عكسى . وتساعد درجة حرارة التخزين المنخفضة للكراملة المغلفة جيدا على منع التحبب وذلك بعكس درجات التخزين العالية . من ناحية أخرى فإن وجود الجوامد اللبنية فى الكراملة يساعد على ارتفاع اللزوجة ومن ثم منع أو تقليل التحبب . كلما كانت نسبة الرطوبة أقل كلما قل ميل الناتج للتحبب . وعامة فإنه بالنسبة لمعظم خلطات الكراملة يكون محتوى الرطوبة فى المدى من 6 إلى 7٪ مناسبا للحصول على كراملة جيدة .

ويمكن استخدام الليسيثين lecithin أو أحادى سيترات الجلسرول glyceryl mono stearate (GMS) أو أحادى أوليك الجلسريل glyceryl mono olate (GMO) كمستحلب emulsifier لإعطاء قوام ونكهة أفضل للناتج ، كذلك فإنه يمكن استخدام ورق تغليف معامل بمضاد أكسدة للحيلولة دون تزنخ الدهن الذى يهاجر ببطء من جسم الكراملة إلى السطح . أما فى النظام المستمر continuous system لإنتاج الكراملة فإنه يتم الطبخ السريع للمخلوط عن طريق إمراره خلال أجهزة تبخير على شكل أفلام ويجب إجراء الكرملة فى مرحلة منفصلة وذلك للحصول على المستوى المطلوب من النكهة واللون .

ويمكن حدوث فقد فى الرطوبة تحت التفريغ وهذه العملية تؤدى إلى إضعاف نكهة الناتج . ويجب إعداد المخلوط بحيث يحتوى على نسبة رطوبة تتراوح من 17 إلى 22٪ ، وهذا المخلوط بعد إجراء عملية استحلاب emulsification مناسبة له يتم ادخاله إلى المجففات عند 70°م (158°ف) . ويوضح الشكل رقم 9-10 النظام المستمر لإنتاج الكراملة .



شكل 9-9 : النظام المستمر لإنتاج الكراملة

المصدر Lees and Jackson (1975)

وفى الطريقة المستمرة لإنتاج الكراملة (شكل 9-9) يتم ضخ المخلوط البارد الذى أجريت له عملية الاستحلاب إلى قادوس hopper استقبال مخروطى (1) وهو مصمم بحيث يحتوى على نظام تحكم فى المستوى ومحاط بجاكت تسخين بالماء . وينتقل المخلوط من هنا إلى مضخة metering pump (2) حيث يتم ضخه خلال مسخن مبدئى رأسى Vertical preheater (3) ووحدة إذابة dissolver (4) وهذه عبارة عن أنبوبة بها جاكت للبخار وتحتوى على وسائل تقليب وفى هذه الأنبوبة يتم التسخين المبدئى للمخلوط ويتم تعريضه لضغط وذلك لإذابة آية شظايا بللورية قد تكون موجودة فى المخلوط البارد وذلك قبل انتقال المخلوط إلى مرحلة التبخير ، وينتقل المخلوط المطبوخ بفعل الجاذبية (6) إلى وحدة الكرملة (7) والتى تتكون من غرفتين على شكل اسطوانتين رأسيتين يتصلان ببعضهما فى القاع بواسطة قناة dueting وتحاط الوحدة بكاملها بجاكت من البخار ويدخل المخلوط المطبوخ من قمة الأسطوانة

الرأسية الأصغر وهى تحتوى على وسائل خلط تساعد على نقل المخلوط إلى أسفل (8، 9 ، 10) ثم إلى وحدة الكرملة الرئيسية ، ثم التبريد والتشكيل والتغليف (11، 12، 13 ، 14 ، 15) .

وتختلف قيم erh للكراملة بناء على التركيب ولكنها عادة تتراوح بين 30 ، 45٪ ومن ثم فإن لظروف تخزين الكراملة تأثيرات محسوسة على جودتها حيث أنها تحدد مدى امتصاص الكراملة للرطوبة من الهواء . واستخدام شراب جلوكوز له DE أقل يعطى كراملة أقل هيجروسكوبية مقارنة بتلك المصنعة باستخدام شراب جلوكوز ذى قيمة DE أعلى غير أن لهذا تأثيرا على القوام . وكلما زاد مستوى السكروز كلما قل ميل الكراملة للالتصاق ولكن مع توفر فرصة أكبر لحدوث التحبب ، وللتغلب على هذا التعارض فإنه يجب انتاج الكراملة التى تحتوى على نسبة أعلى من السكروز بمحتوى رطوبة أقل . وبغض النظر عن تركيب الخلطة المستخدمة فى تصنيع الكراملة فإن الرطوبة الأعلى تؤدى إلى زيادة التحبب graining والالتصاق stickiness .

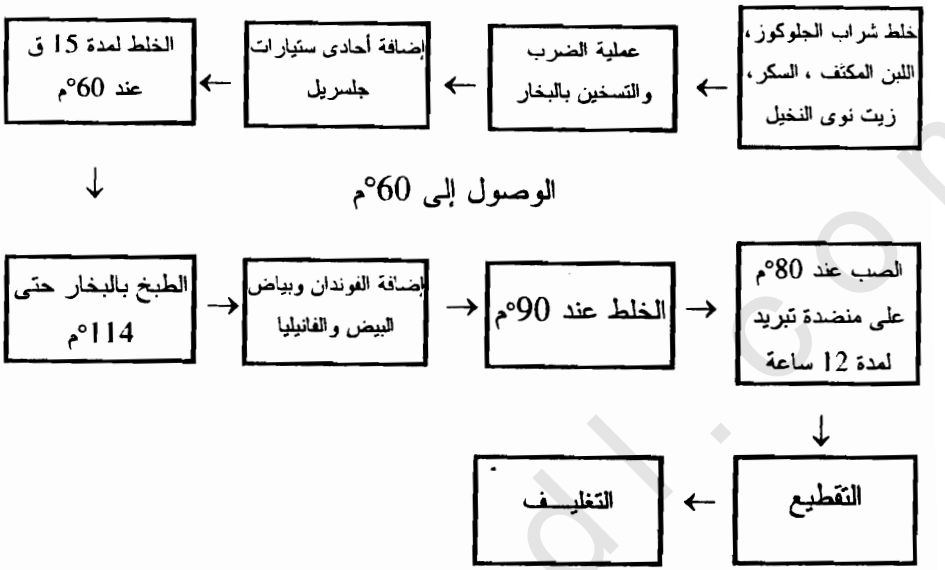
ثانيا : الفدج Fudge

يعتبر الفدج (هجينا cross) بين الكراملة والفوندان حيث أنه عبارة عن ناتج قند محبب ويحتوى على الجوامد اللبنية ومحتوى عال من الدهن . ويمكن انتاج الفدج إما عن طريق البذر seeding بالفوندان أو عن طريق ادخال بللورات بطريقة ميكانيكية إلى الباتش المطبوخ ، وفيما يلى خلطة للفدج الذى يمكن تصنيعه بطريقة البذر .

المكون	أجزاء بالوزن
شراب الجلوكوز (DE=42)	100
سكر بنى	180
فوندان	100
بياض بيض مخفوق Egg Frappe	30
لبن مكثف كامل الدسم	100
زيت نوى نخيل صلب	20
أحادى سيتارات جلسريل	1
جلسرين أو سوربيتول	15
ملح	2
فانيليا	0.025
بيكربونات أمونيوم	0.25

obeikandi.com

ويوضح الشكل 9-10 خطوات تصنيع الفدج .



شكل 9-10 : خط تصنيع الفدج Fudge

تركيب الفدج Composition of Fudge

يتكون الفدج من وجه صلب ووجه سائل . ويتكون الوجه الصلب أساسا من بللورات السكروز وبدرجة أقل من الجوامد اللبنية وبللورات الدهن . والعوامل التى تؤثر على مقاس البللورات فى الفوندان تلعب دورا مماثلا فى الفدج . وتؤدى زيادة الـ doctor solids فى تركيب الفدج إلى انتاج ناتج يتبلور ببطء ، ويعزى ذلك إلى تغيير نسبة الوجه الصلب إلى الوجه السائل فى الناتج المصنع .

ويمكن انتاج الفدج بحيث يمكن انتاج أنوية البللورات crystal nuclei عن طريق عملية الضرب beating ويحدث نمو على هذه الأنوية ويؤدى التبريد السريع والتقليب إلى انتاج عدد كبير من أنوية البللورات والتى تتحول إلى تركيب بللورى crystal matrix . ويؤدى استخدام الفوندان للبذر إلى تقليل الوقت اللازم لتكوين ونمو البللورات كما أنه يعطى مستوى مرضيا من نقطة النمو فى التركيب البللورى . أما التحبب الطبيعى فإنه يؤدى إلى انتاج فدج ذى بللورات سكر أكثر خشونة مقارنة بالفدج الذى يستخدم فيه الفوندان كمحفز للبلورة crystalisation promator ويجب ترك الفدج فترة قبل تقطيعه وتعبئته ، وتعتبر هذه الفترة بمثابة إنضاج maturation تمكن

الناتج من تكوين وجه بللورى مناسب يحول دون حدوث فساد للناتج فى أثناء التداول . وخلال عملية الإنضاج يصبح الناتج أنعم وأطرى . وتستمر عملية البلورة لعدة أسابيع بعد تقطيع الفدج وتعبئته ، وقد يؤدى استخدام خلطات غير متوازنة إلى إعطاء ناتج ذى درجة عالية من الوجه البللورى مما يجعل الناتج غير مستساغ unpalatable وقد تبين أنه كلما كان التركيب البللورى للفدج أدق كلما كان معدل هجرة الماء والدهن من جسم الفدج إلى سطحه أبطأ . ولا شك أن وجود دهن على سطح الفدج سيسرع من حدوث التزنخ التأكسدى ومن ثم عدم صلاحية الفدج للإستهلاك .

ولإنتاج فدج مقبول فإنه يجب أن تكون نسبة سكر القصب أو البنجر إلى الـ doctor solids (شراب الجلوكوز ، والسكر المحول ، السوربيتول ، الجلسرين ، الجلسرين) . حوالى 4 :1 على الترتيب . ويفضل أن يكون شراب الجلوكوز المستخدم ذا قيم DE = 42 حيث أن استخدام شراب جلوكوز عالى المالتوز يعطى ناتجا يمضغ chewy بينما يؤدى استخدام شراب له قيمة DE أعلى إلى انتاج فدج يتصلب عند التخزين (على الرغم من أن يكون أطرى عند انتاجه) . ويمكن إضافة السوربيتول إلى الخلطة لإطالة مدة صلاحية الفدج ، ويفضل أن تتم إضافة السوربيتول مخلوطا مع شراب الجلوكوز (يتم استبدال 5/1 المواد الصلبة لشراب الجلوكوز بواسطة المواد الصلبة للسوربيتول) . ويعتبر استخدام اللبن المكثف كامل الدسم أمرا ضروريا لإنتاج فدج عالى الجودة ، ولتقليل التكلفة فإن عادة مايستخدم مخلوط بنسب متساوية من (اللبن المكثف والشرش ، وقد يلجأ بعض مصنعى الفدج إلى استخدام محلول الجيلاتين .

9-2-7 المارشمللو والنوجا Marshmallow and Nougat

أولا : المارشمللو Marshmallow

يرجع تصنيع المارشمللو أساسا إلى بعض المصنعين الفرنسيين فى المناطق المعروفة باسم marshy areas وقد تم تصنيع المارشمللو فى البداية من مستخلص جذور نبات *Althaea officinalis* وهو نبات يشبه holly hock أو كان يتم إستخلاص عصير لزج من الجذور وخلطه بالبيض والسكر وإجراء عملية الضرب beating حتى تتكون رغوة خفيفة أما الآن فإن المارشمللو ينتج بدون إستخدام جذور هذا النبات كما يتم إستخدام مواد خفق whipping مغايرة تشتمل على الجيلاتين والبيومين البيض ، كما تستخدم مواد بديلة مثل الصمغ العربى . وأساسا لتحسين قوام المارشمللو . ويعتبر الهواء والرطوبة بمثابة أهم مكونين فى تركيب المارشمللو .

ووجود الهواء يؤدى إلى زيادة الحجم وتحسين القوام . ويعتبر المارشمللو أعلى منتجات القند احتواء على الرطوبة (نحو 18٪) مما يعرضه لمخاطر التلوث بالفطريات ، لذا فإن من الأهمية بمكان مراعاة أقصى شروط النظافة فى عملية الإنتاج. والمارشمللو ينتج أساسا على البارد حيث أن الشراب الأساسى الذى يتم تركيزه بالغليان لابد من تبريده قبل إضافة مواد الخفق إليه ، وعادة فإن درجة حرارة هذا الشراب بعد تبريده تكون غير كافية لتعقيم المكونات الأخرى ويمكن إنتاج المارشمللو إما بالطريقة المتقطعة batch method أو بالطريقة المستمرة Continuous method .

ويتم إدخال الهواء بطريقتين أساسيتين هما :

أ- نظام الخطوة الواحدة The one-step system

تتم إذابة كل المكونات تقريبا وإجراء عملية الضرب لها مجتمعة ، وعادة فإن هذا النظام يتبع لإنتاج ناتج به نسبة عالية من الرطوبة تتراوح من 15٪ إلى 25٪ .

ب- نظام الخطوتين The two steps system

يستخدم هذا النظام لإنتاج ناتج ذى كثافة منخفضة مع إحتوائه على محتوى عالى من المواد الصلبة الزائدة . وتتم عملية التصنيع بضرب مواد التهوية حتى تتكون رغوة Foam مع إضافة بقية المكونات فى صورة باتش مغلى .

وتوجد أنواع مختلفة من المارشمللو تتباين فى تركيز المواد الصلبة الكلية الذائبة بها ويمكن إنتاجها بالنظام الأول كما يلى :

نوع المارشمللو	الكثافة النوعية	المواد الصلبة الذائبة الكلية
مارشمللو عادى	0.45-0.35	82-75
مارشمللو deposited	0.50-0.45	82-76
مارشمللو مشكل بطريقة البثق extrusion	0.35-0.25	80-75
مارشمللو محبب Grained	0.70-0.50	84-78

ويجب أن يكون شراب الجلوكوز المستخدم فى صناعة المارشمللو ذا درجة تحول عالية (له قيمة (DE = 63) وأن يكون مطابقا للمواصفات التالية :

البومين عند 100°ف	43.2 +2.
اللون (كثافة ضوئية)	0.7 كحد أقصى
اللون بعد التسخين (كثافة ضوئية)	0.6 كحد أقصى
pH	5.0-4.7
مكافئ الدكستروز	66-62 % Dextrose equivalent
ثانى أكسيد الكبريت	40 جزء فى المليون كحد أقصى
الحديد	5 جزء فى المليون كحد أقصى
النحاس	2 جزء فى المليون كحد أقصى
الجوامد الذائبة ٪	
وزن / وزن	82.4-81.6
معامل الانكسار عند 20°م	1.4993 - 1. 4971
الكثافة عند 20°م	
(رطل / جالون)	14.3
اللزوجة CpS	
عند 100°ف	6000

1- مارشمللو الجيلاتين Gelatine marshmallow

يجب نقع الجيلاتين المزمع إستخدامه فى صناعة المارشمللو (جزء واحد جيلاتين :4 أجزاء ماء بارد) . ويجب تحضير محلول الجيلاتين قبل الإستخدام بعشرين دقيقة على الأقل ، ويمكن إضافة الجيلاتين المنقوع مباشرة إلى الباتش إذا كانت درجة حرارة الشراب أعلى من 60°م (140°ف) وأقل من 70°م (158°ف) ، أما إذا كانت درجة الحرارة أقل من 60°م (140°ف) فإنه يجب إزابة الجيلاتين عن طريق الضرب برفق فى وعاء مزود بجاكت للماء الساخن حتى يمكن الحصول على محلول رائق ولكن يجب ألا تتعدى درجة الحرارة 60°م (140°ف) .

ويجب أن يكون الجيلاتين المستخدم فى صناعة المارشمللو بأعلى درجات الجودة (له درجة bloom عالية تتراوح بين 200 إلى 250 أى يكون الجيلاتين ذا لزوجة منخفضة وقوة جل عالية). وعادة فإن الكمية المستخدمة من الجيلاتين تكون حوالى 2٪ .

وتقسم طرق إنتاج مارشمللو الجيلاتين إلى طريقتين أساسيتين هما :

أ- الشراب الساخن أو المطبوخ Hot or Cold Syrup :

فى هذه الطريقة يمكن إستخدام إحدى الخلطتين ا أو ب كما يلى :

المكون	أجزاء بالوزن (أ)	(ب)
سكر	60	60
شراب جلوكوز	40(له DE عالية)	40(لهDE عادية)
ماء	20	16
سكر محول	-	5
جيلاتين سبق نقعه جيلاتين :	2.75	2.25
ماء :	20.0	12.0

الطريقة :

1- تتم إضافة السكر ، شراب الجلوكوز ، الماء ، السكر المحول إلى حلل الطبخ المزودة بجاكت بخار .

2- يتم الطبخ حتى حرارة 115°م (239°ف) .

3- يبرد الشراب حتى 60°م (140°ف) .

4- ينقل الشراب إلى ماكينة الضرب ويضاف غليه الجيلاتين المنقوع .

5- تجرى عملية الضرب حتى يتحول اللون إلى الأبيض (يمكن التأكد من كفاءة عملية الضرب عن طريق ملء كأس بالمارشمللو قبل وبعد الضرب فإن كان وزن نفس وزن الحجم بعد الضرب 3/1 الوزن قبل إجراء الضرب دل ذلك على أن عملية الضرب قد تمت بكفاءة عالية) .

ب- الشراب البارد أو غير المطبوخ Cold or uncooked syrup :

يمكن إستخدام الخلطة التالية فى إنتاج المارشمللو بطريقة الشراب البارد أو غير المطبوخ :

المكون	أجزاء بالوزن
سكر	315
ماء	60
شراب ذرة (لهDE عالية)	215
جيلاتين (درجة الـ Bloom له من 200 إلى 250)	11.25
مذاب فى ماء	60

obeikandi.com

الطريقة :

1- يتم إضافة السكر ، شراب الجلوكوز ، المـاء إلـى حلـة الطبـخ ويدفأ المخلـوط مـع التقليب حتى يتم التحصل على محلول(عند حوالى 60°م أى 140°ف)

2-المارشمللو المحبب grained marshmallow

يمكن إنتاج المارشمللو المحبب بإستخدام المكونات التالية :

المكون	أجزاء بالوزن
جيلاتين (225 = bloom)	يذاب ويضاف 2.0
ماء ساخن	إلى 24.5
شراب جلوكوز (42=DE)	28
سوبيتول (تركيز 70٪)	10.50
سكر قصب أو بنجر	70

الطريقة :

(1) يسخن المخلوط إلى 70°م (158°م ف) مع إستمرار التقليب والإذابة .

(2) يضاف مخلوط مكونات النكهة واللون .

(3) يتم ضخ المخلوط خلال Whizolator إلى الكثافة المرغوبة .

(4) يصب فى قوالب نشا دافئة توضع فى أماكن دافئة حتى يحدث الحبب .

3- مارشمللو البيومين البيض Egg albumen marshmallow

يوجد نوع آخر من المارشمللو يدخل فى تركيبـه البيومين البيض ، ولتصنيع هذا المارشمللو فإنه يجب تحضير كل من محلول البيومين ، الشراب السكرى على النحو التالى :

أ- تحضير محلول البيومين البيض :

يستخدم 20 جزء من البيومين البيض (مسحوق يجفف بالرذاذ) ، 100 جزء بالوزن من الماء . يتم الخلط والخفق ويحتفظ بالمحلول فى وعاء زجاجى (لا تستخدم الأوانى المعدنية) . يرشح محلول البيومين خلال غربال ناعم قبل الإستخدام . ويجب مراعاة النظافة التامة عند تحضير وتخزين محلول الألبيومين لأنه عرضة للفساد الميكروبى .

ب- تحضير الشراب

يتكون الشراب من المكونات التالية :

المكون	الأجزاء بالوزن
ماء	80
سكر	200
شراب جلوكوز (63 = DE)	

الطريقة:

(1) توضع المكونات فى حلة مزودة بجدار مزدوج .

(2) تتم إزالة المكونات مع التقليب والتدفئة

(3) يسخن المخلوط إلى درجة حرارة من 115° إلى 119°م (من 239° إلى 246°ف) .

جـ- إعداد المارشمللو :

1- يبرد الشراب إلى درجة حرارة أقل من 93°م (200°ف) وينقل إلى ماكينة الضرب .

2- يصب الشراب على مخفوق الألبيومين أثناء الضرب (يلاحظ أن يتم إضافة الشراب ببطء) .

3- يستمر فى عملية الضرب حتى الحصول على الكثافة المطلوبة .

4- يتم تجهيز المارشمللو إما بالـ ..Piping أو البثق extruding أو .. depositing بإستخدام ماكينة depositing machine ملائمة .

ثانيا النوجا Nougat

صنعت النوجا لأول مرة فى فرنسا ، وكانت تصنع من زلال البيض وعسل النحل واللوز ، أما الآن فإن للنوجا أشكالا مختلفة وهى عبارة عن شراب مسخن إلى درجة حرارة 130°-140°م (266-284°ف) وتحتوى على الدهن المضاف إليه Frappe (يصنع من البيومين البيض والجيلاتين مع بروتينات الصويا وقد يستخدم النشا أو الصمغ العربى أو الآجار) وعادة ماتضاف الزيوت النباتية المهدرجة كمزيت lubricant لتسهيل عملية التقطيع وتقليل الإلتصاق .

ويوجد ثلاثة أنواع رئيسية من النوجا وهى :

1- نوجا محببة Grained nougat

وتتم إضافة الفوندان والسكر المبلور فى نهاية العملية لإكساب الناتج صفات

التحبب ويستخدم شراب جلوكوز له DE = 42

2- نوجا للمضغ Chewy nougat

وهذه تكون خالية تماما من التحبب ولذا فإن نسبة الرطوبة تكون أقل منها فى النوجا المحببة . ويستخدم شراب جلوكوز له DE من 36 إلى 38 .

3- النوجا التى تغطى بشيكولاتة Chocolate-coated nougat

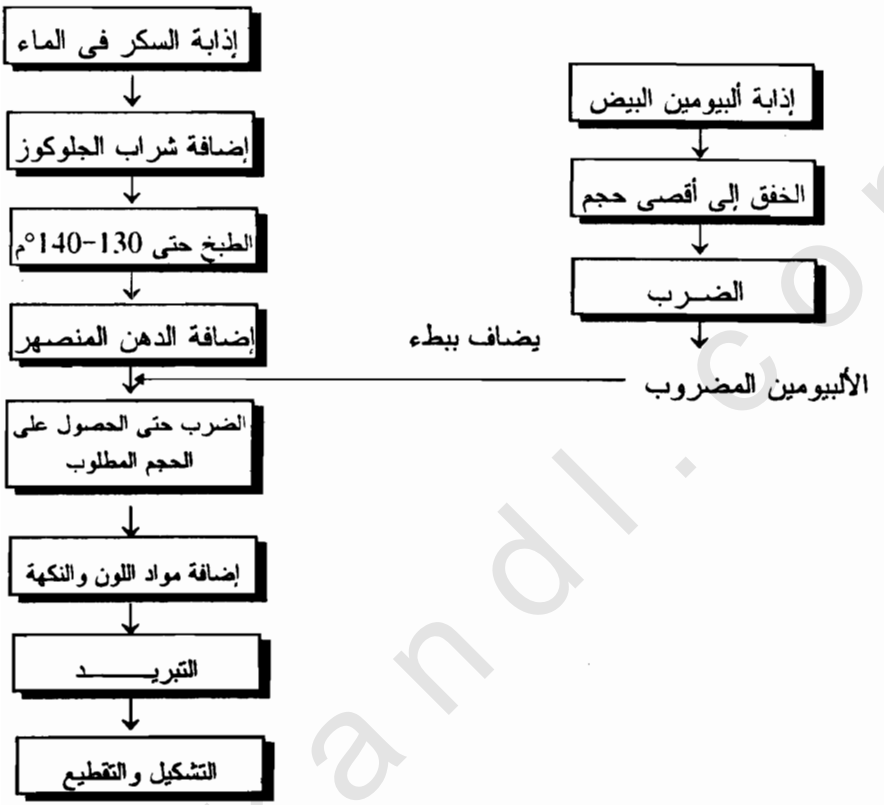
النوجا التى تغطى بالشيكولاتة يجب أن تكون ذات قوام أطرى ولذا فإنه يستخدم شراب جلوكوز له قيمة DE عالية (63) وذلك لتقليل المحتوى الرطوبى وتقليل الجفاف drying out خلال التخزين .

وفيما يلى خلطة لتحضير النوجا :

المكون	الأجزاء بالوزن
سكر	40
ماء	13
شراب جلوكوز (DE = 36-38)	34
البيومين بيض مجفف	0.75
زيت نباتى صلب (زيت نوى النخيل)	0.75

ويوضح الشكل رقم 9-12 خطوات تصنيع النوجا.

obeikandl.com



شكل 9-12 : خط تصنيع النوجـــــــا

وتتأثر الصفات الفزيقية للنوجا بالعوامل التالية :

1- حجم أو كمية الهواء الذى تم إدخاله فى الناتج .

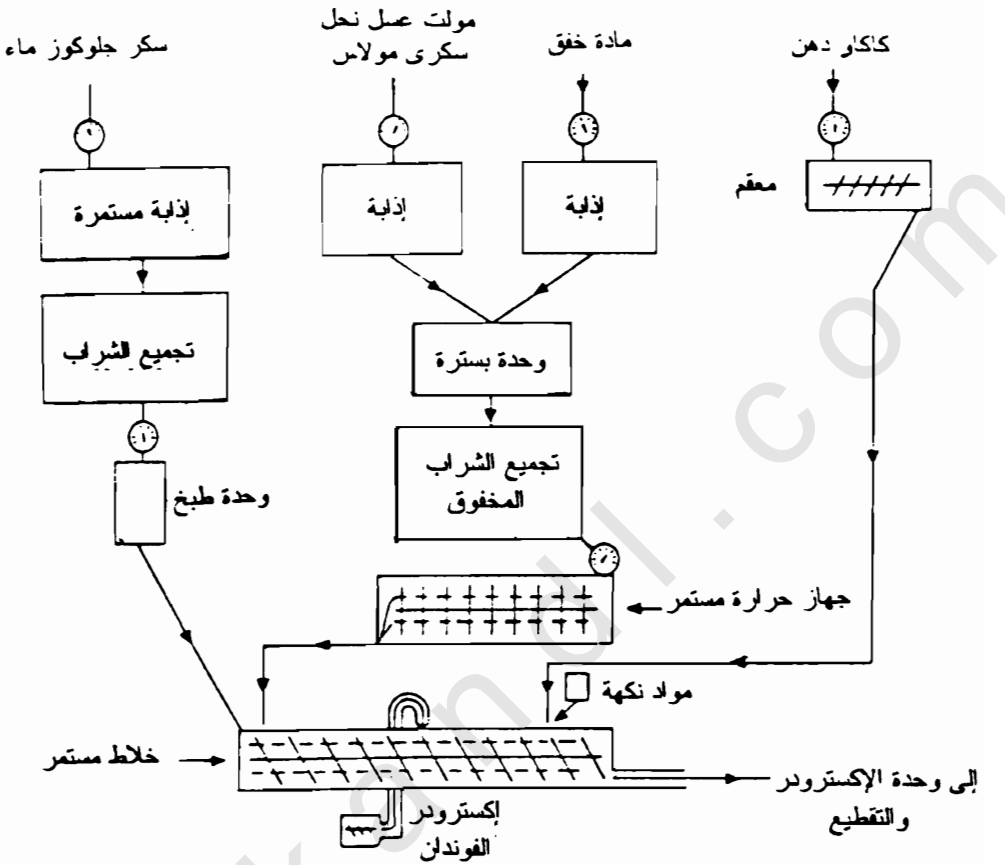
2- تركيب الوجه المستمر (الشراب) وهذا يتحدد بنسبة السكاكر بعضها لبعض .

3- درجة طبخ المحلول السكرى .

4- كمية البلورات السكرية الموجودة .

ويوضح الشكل رقم 9-13 الطريقة المستمرة لصناعة النوجا

obeikandl.com



شكل 9-13 : الطريقة المستمرة لتصنيع النوجا

المصدر : Lees and Jackson (1975)

9-2-8 الحلوى الشرقية Oriental candies

يشيع فى مصر وبعض بلدان الشرق الأوسط تصنيع أنواع من الحلوى يرتبط إستهلاك بعضها بمناسبات دينية معينة ومن هذه الحلوى السمسمية ، الحمصية ، السودانية ، الجوزية ، الملبن ، اللديدة الملبس ... الخ . من ناحية أخرى يوجد نوع من الحلوى يعرف بالحلاوة السكرية أو الطحينية نظرا لأن الطحينة (عجينة السمسم) تشكل المكون الأساسى بها .

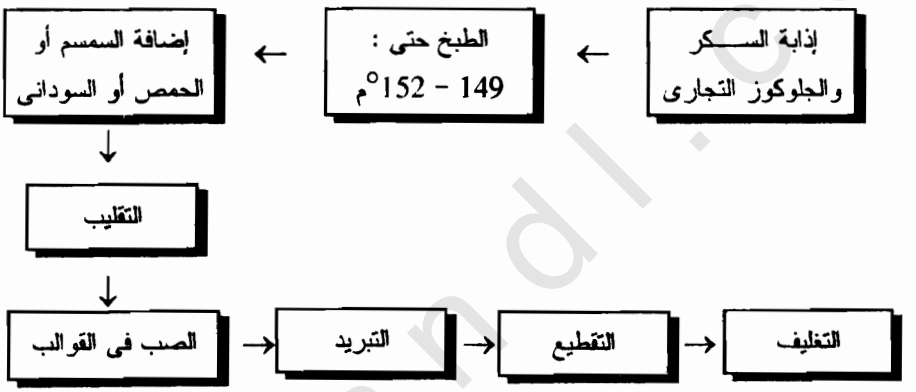
أولا : الحلوى الصلبة Hard candy

تشتمل هذه الحلوى على الأنواع المعروفة بعلف السمسم، الحمصية، السمسمية، السودانية.

وتتكون هذه الحلوى مما يأتى :

المكون	الأجزاء بالوزن
سمسم أو فول سودانى	100
شراب جلوكوز	60
سكر	60-35
ماء	50

ويوضح الشكل رقم 9-14 طريقة تصنيع هذه الحلوى .



شكل 9-14 : خط تصنيع الحلوى الصلبة الشرقية

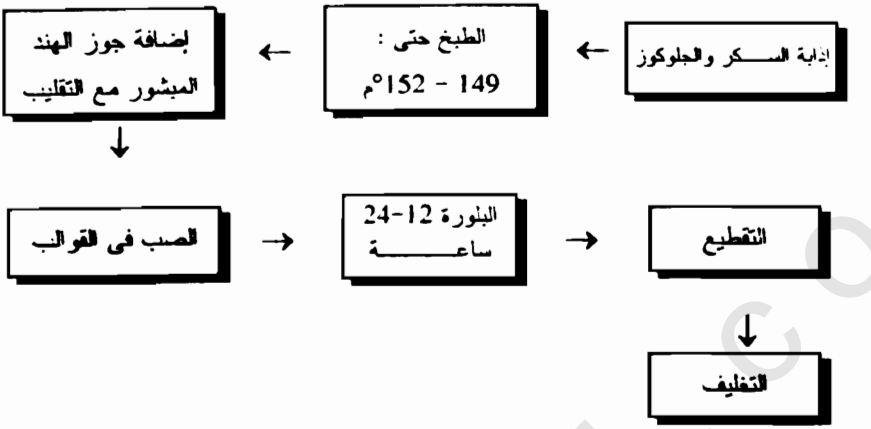
حلوى جوز الهند (الجوزية) :

تصنع هذه الحلوى من المكونات التالية :

المكون	الأجزاء بالوزن
جوز هند مبشور	60
سكر	90
شراب جلوكوز	20
ماء	50
فانليا	0.2
زيت ورد	0.05

ويوضح الشكل رقم 9-15 طريقة تصنيع الجوزية .

obeikandl.com



شكل 9-15 : خط تصنيع الجوزية

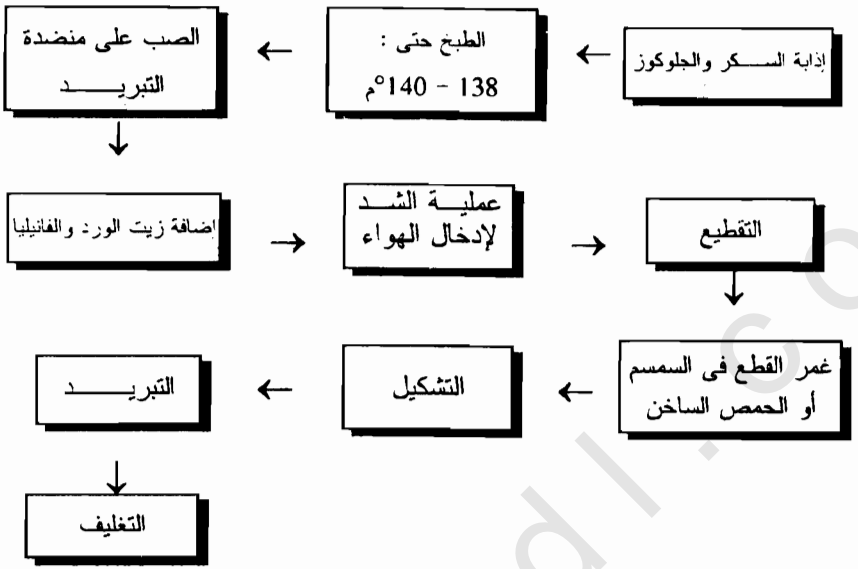
ثالثا- حلوى المولد:

تصنع حلوى المولد من المكونات التالية:

المكون	الأجزاء بالوزن
سكر	90
شراب جلوكوز	35
ماء	50
فانليا	0.1
زيت ورد أو زيت عنبر أو زيت برجموت	0.1

ويوضح الشكل رقم 9-16 خطوات تصنيع حلوى المولد :

obeikandl.com



شكل 9-16 : خطوات تصنيع حلوى المولد

رابعا: الملبن Turkish delight

صنع الملبن لأول مرة فى تركيا ، وهو يصنع من السكروز والسكر المحول أو الجلوكوز وذلك عن طريق الطبخ على درجة حرارة منخفضة نسبيا مع مستحلب مائى أو الجيلاتين أو الصمغ العربى ويتم التسخين على درجة حرارة تتراوح من 110° إلى 112°م لمدة من 2 إلى 3 ساعات ثم يجرى التبريد التدريجى مع التقليب حتى يكتسب الناتج قواما مطاطيا ثم يشكل الناتج (باستخدام أحواض خشبية مرشوشة بالنشا أو مسحوق السكر ، وقد تضاف الفانيليا أو المكسرات مثل الجوز والفستق إلى الملبن .

خامسا: الحلاوة الطحينية (السكرية) :

تعرف الحلاوة الطحينية بأنها الناتج من خلط وطبخ المواد السكرية ومستخلص عرق الحلاوة على درجات من الحرارة العالية والتى تتراوح بين 137°-143°م(280-290°م) مع الطحينة البيضاء .

وتمتاز الحلاوة الطحينية بأنها مادة غذائية مرتفعة فى قيمتها الغذائية لما تحتويه من مكونات مثل السكاكر والبروتينات والدهون والأملاح المعدنية والفيتامينات.

1- مكونات الحلاوة الطحينية :

أ- المواد السكرية :

السكروز والجلوكوز التجارى ويحدد النسب بينهما المواصفات القياسية للحلاوة الطحينية وقد يستعمل السكروز بنسبة 100٪ وقد تصنع بنسبة 75٪ جلوكوز ، 25٪ سكروز ولكل جودتها حيث أن الحلاوة الطحينية المصنعة من 100٪ سكروز تعتبر أعلى جودة وتسمى حلاوة طحينية ممتازة .

ب- الطحينة البيضاء :

وهى ناتجة من طحن بذور السمسم المقشور وذلك لإكساب الحلاوة الطعم المميز لها كما أنها ترفع من قيمتها الغذائية لما تحتويه من مواد دهنية وبروتينات وأملاح معدنية وفيتامينات .

ج- مستخلص عرق الحلاوة (السابونين)[تجربة الدكاتى باستعمال عوامل استحلاب]:

وهى مستخلص ناتج من عرق الحلاوة بالغليان مع الماء وإضافته إلى المواد السكرية وطبخه معها يؤدى إلى:

أ- عملية إستحلاب .

ب- زيادة حجم الحلاوة حيث يعمل ويساعد على خفق الهواء .

جـ- إكساب الحلاوة القوام الهش وهذا يكسبها مذاقا ناعما سريع الذوبان وعدم تصلبها فى كتلة شديدة التماسك .

د- يكسب الحلاوة الطحينية اللون الفاتح .

ويراعى عدم زيادة عرق الحلاوة حيث يؤثر على خواصها كما أن يؤثر على المستهلك لأنه يحتوى على مادة السابونين .

د- المواد المكسبة للطعم والرائحة :

وهى المواد التى تستخدم لإعطاء نكهة مميزة للحلاوة الطحينية مثل الفانيليا وزيت الورد وزيت الزهر والبرجموت وبعض المكسرات مثل البندق والجوز واللوز والفستق أو بعض الفواكه المجففة مثل الزبيب .

هـ- حامض الستريك :

ويضاف بنسبة لا تتجاوز 0.03٪ من وزن السكروز حتى يتكون السكر المحول كما يساعد على تحبب أو بلورة السكر فى بللورات صغيرة ودقيقة وهذا يؤدى إلى إكساب الحلاوة الطحينية قوام ناعما .

2- خطوات صناعة الحلاوة الطحينية :

أ- تحضير الطحينة البيضاء :

1- غربلة السمسم للتخلص من الشوائب مثل الأتربة والقش .
2- غسيل بذور السمسم جيدا بالماء وتصفيتها .
3- تعريض بذور السمسم للبخار .
4- التقشير بأجهزة ميكانيكية تعتمد على عملية الإحتكاك abration (استخدم قديما الطريقة الرطبة للتقشير ثم فصل القشور عن طريق النقع فى محلول ملحى تركيزه من 12-15٪ حيث تطفو بذور السمسم على السطح بينما ترسب القشور فى قاع حوض النقع) .
5- يحمص السمسم فى أحواض مزودة بمقلبات تتحرك بالقرب من الجدران لمنع تعرض البذور من الآلتصاق بجدر الأحواض وتصبح معرضة للإحتراق بعد التحميص تعاد غربلة السمسم لفصل ماقد يكون متبقيا من قشور .
6- يبرد السمسم ثم يطحن فى طواحين حجرية تتكون من حجرين أفقيين السفى منهما ثابت والعلوى متحرك أو يمكن أن يتحركا فى اتجاهين عكسيين ؛ وتوجد بالحجر العلوى فتحة فى وسطه لمرور السمسم بين الحجرين وتتجمع الطحينة بأسفل الحجر السفلى وتخرج من فتحة خاصة حيث تجمع فى خزانات خاصة لحين لإستخدامها فى تصنيع الحلاوة الطحينية .

ب- تحضير مستخلص عرق الحلاوة :

1- يضاف الماء إلى مجروش عرق الحلاوة بنسبة 50 : 1
2- يتم التسخين حت الغليان ويستمر فى التسخين حت يصل التركيز إلى 8.5٪ من الحجم الأصلى عند بداية الإستخلاص .
3- يرشح المستخلص لفصل المواد العاقة .
4- يخمر المستخلص وذلك بتخزينه فى أحواض خاصة لمدة يومين . وننوه بأنه يمكن إستخدام البومين البيض كبديل لعرق الحلاوة .

جـ- الطبخ وخلط المكونات :

تصنع الحلاوة الطحينية بطبخ المواد السكرية مع مستخلص عرق الحلاوة على درجات الحرارة حتى تصل إلى درجة حرارة 137-143°م (280-290°ف) ثم تتم عملية العجن والخلط مع الطحينة البيضاء بأوزان متساوية مع المواد السكرية ثم تضاف المواد المكسبة للطعم والرائحة ، ومن ذلك يمكن تقسيم عملية النضج إلى مرحلتين هما:

obeikandl.com

1- الطبخ يتم كالآتى :

أ- تحضير محلول سكرى بمعدل 100 كجم سكروز مع 18 لتر ماء + 30-40 جم حامض ستريك + 1-1.25 لتر مستخلص عرق الحلاوة وذلك فى حالة تصنيع الحلاوة الممتازة ويمكن إستبدال جزء من السكروز بالجلوكوز ويمكن أن تكون النسبة 1:3 وذلك فى حالة إنتاج الحلاوة الطحينية التجارية .

ب- يذاب السكر فى الماء فى حلل نصف كروية مزدوجة الجدار حيث يتم التسخين بواسطة البخار المضغوط والحلل مزودة بمقلب رأسى يدور حركة دائرية حول محور أفقى .

جـ- يسخن بعد ذلك المحلول بشدة بدون تقليب حتى بدء النضج ثم يتم التقليب مع الإستمرار فى الطبخ حتى تصل درجة الحرارة إلى 137-143°م (280-290°ف) حيث تعتبر هذه الدرجة هى درجة النضج .

د- يوقف التسخين مع الإستمرار فى التقليب بشدة لمدة 10 دقائق حت يكتسب المحلول لونا أبيض يتميز بسرعة جفافه وسهولة تقصفه .

2- العجن والخلط :

أ- يوزع المحلول السكرى الساخن فى حلل نصف كروية بمعدل 20 كحم لكل حلة .

ب- يضاف إلى كل حلة وزن مساوى من الطحينة البيضاء 20 كجم .

جـ- يتم العجن فى حلل مزودة بمقلبات ميكانيكية وكان العجن قديما يتم بالأيدى بعد إرتداء قفازات خاصة مصنوعة من الصوف .

د- فى المرحلة النهائية من العجن تضاف المواد المكسبة للطعم والرائحة كالفانيليا وزيت الورد كما يضاف المكسرات والزبيب لرفع القيمة الغذائية ويستمر العجن لضمان توزيع هذه المواد بالحلاوة .

د- الإعداد للتسويق :

1- تفرغ الحلاوة على مناضد من الرخام حيث تقطع وتوزن وهى ساخنة .

2- بعد ذلك يتم التعبئة فى عبوات مختلفة من الصفيح أو اللدائن أو الزنك المبطن بورق الزبدة أو ورق القصدير ويختلف وزن العبوة من ½ كجم إلى 1 كجم أو اثنين.

هـ- مواصفات الحلاوة الطحينية الجيدة :

1- أن يكون مذاقها ناعما ولا يتبقى أى بقايا منها عند إستحلابها بالفم .
2- أن تكون خالية من أى طعم غير مرغوب فيه أو طعم غريب .
3- أن يكون لونها فاتحا وغير معتم .
4- أن يكون قوامها هشا وغير صلب أو مطاط.

و- عيوب الحلاوة الطحينية :

1- اللون الأسمر الفاتح وينتج من إستخدام طحينة حمراء أوزيادة طبخ السكر مما يؤدى إلى الكرملة أو زيادة حامض الستريك المضاف .
2- الحلاوة المغمورة وتنتج من زيادة نسبة الطحينة البيضاء .
3- الحلاوة المفككة وتنشأ من عدم كفاية العجن أو زيادة نسبة عرق الحلاوة .
4- الحلاوة الجافة تنتج عن طول مدة التخزين وإنفصال المواد الدهنية والزيت .
5- الطعم النئ ينتج من عدم إتمام عملية طبخ السكر .
6- المذاق الخشن ينتج عن عدم التقليب الجيد للسكر وعدم إتمام عملية العجن .
7- الحلاوة المنداة تنتج عن زيادة حامض الستريك أو عدم كفاية تحميض السمسم أو زيادة الرطوبة الجوية فى أماكن تخزين الحلاوة .

9-2-9 الكاكاو والشيكولاتة والمنتجات المرتبطة

Cocoa, chocolate and related products

يعتبر فول الكاكاو Cocoa beans واسمها العلمىTheobroma cacao بمثابة المادة الخام الرئيسية المستخدمة فى صناعة الكاكاو والشيكولاتة والمنتجات المرتبطة بهما، لذا فإن الإلمام بالصفات التركيبية لحبوب الكاكاو سيساعد بلا شك على تفهم العوامل المختلفة لعمليات التصنيع ، وكذا كيفية التحكم فيها بغية إنتاج منتجات عالية الجودة ، وتوجد حبوب الكاكاو فى قرون يزن كل منها 400 إلى 500 جرام وطول القرن من 6 إلى 8 بوصة (15 إلى 20 سم) ويحتوى كل قرن على 30 إلى 40 بذرة وزنها من 140 إلى 150 جرام والباقى لب ، وتزن البذرة الواحدة بعد التجفيف من 1.1 إلى 1.3 جرام (شكل 9-17)

(ب)

(أ)

شكل 9-17 : (أ) - رسم لشجرة الكاكاو ويوضح القرون على جزع وأفرع الشجرة.

(ب) - مقطع لقرن كاكاو يوضح البذور محاطة باللب

المصدر : Minifie (1989)

ونحو 90٪ من خلايا بذور الكاكاو غير ملونة وتحتوى على الدهن -النشا ، السكر ، الإنزيمات فى حين أن 10٪ من الخلايا تكون ملونة لإحتوائها على الصبغات وخاصة التانينات بالإضافة إلى الثيوبرومين Theobromine .

9-2-9-1 التركيب الكيماوى لحبوب الكاكاو

Chemical composition of cocoa beans

أولا : الدهن Fat

تتراوح نسبة الدهن فى حبوب الكاكاو بين 52 ، 58٪ تبعا لموسم الحصاد ، ويسمى دهن الكاكاو زبد الكاكاو cocoa butter ويتميز بتركيب فريد لا يتكرر فى أى دهن حيوانى أو نباتى آخر إذ يتكون من الدهن أساسا من أربعة أحماض دهنية هى البالمتيك (24.4٪) ، الاستياريك (35.4٪) ، الأوليك (38.7٪) ، اللينوليك (2.1٪) وهذا التركيب الفريد هو المسئول عن الخواص المميزة لزبد الكاكاو أهمها تقارب نقطة انصهار مركبات ثلاثى أسيل الجليسرول المكونة للدهن .

ويتكون زبد الكاكاو من الجلسريدات التالية :

جلسريدات ثلاثية التشبع	٪ 3.0 - 2.5
جلسريدات ثلاثية غير مشبعة (ثلاثى أوليين)	٪1.0
جلسريدات ثنائية عدم التشبع	
سيتارو ثنائى أوليين	٪12-6
بالميتو ثنائى أولين	٪8-7
جلسريدات أحادية عدم التشبع	
أوليو ثنائى أستيارين	٪22-18
أوليو بالمينوستيارين	٪57-52
أوليو ثنائى بالميتين	٪6-4

ثانيا: الأحماض العضوية Organic acids

تحتوى حبوب الكاكاو على أحماض الستريك ، اللاكتيك ، الخليك مع إحتمال وجود حامض الماليك والطرطريك . وتباين محتوى هذه الأحماض وكذا النسب التركيبية لها تبعا لمصدر الكاكاو وموسم الحصاد . وتصل نسبة الأحماض الحرة الطيارة إلى حوالى 0.2٪ بينما تزيد نسبة الأحماض الثابتة غير الطيارة إلى نحو من 1 إلى 2٪ .

ثالثا : الأحماض الأمينية والبروتينات Amino acids and proteins

تحتوى حبوب الكاكاو أساسا على حامض الجلوتايك ، وحامض الاسبارتك ، أما البروتينات التى توجد بحبوب الكاكاو فتشمل الألبيومينات ، الجلوبيولينات ، الجلوتامينات ، وتشكل المواد النتروجينية نحو 14٪ من المادة الجافة .

رابعا: السكاكر Sugars

يعتبر الجلوكوز ، السكروز ، الفركتوز من السكاكر الرئيسية الموجودة بحبوب الكاكاو مع وجود سكاكر أخرى ولكن بكميات أقل مثل الرافينوز ، المليبيوز ، الاستاكيوز وسكاكر أخرى أعلى .

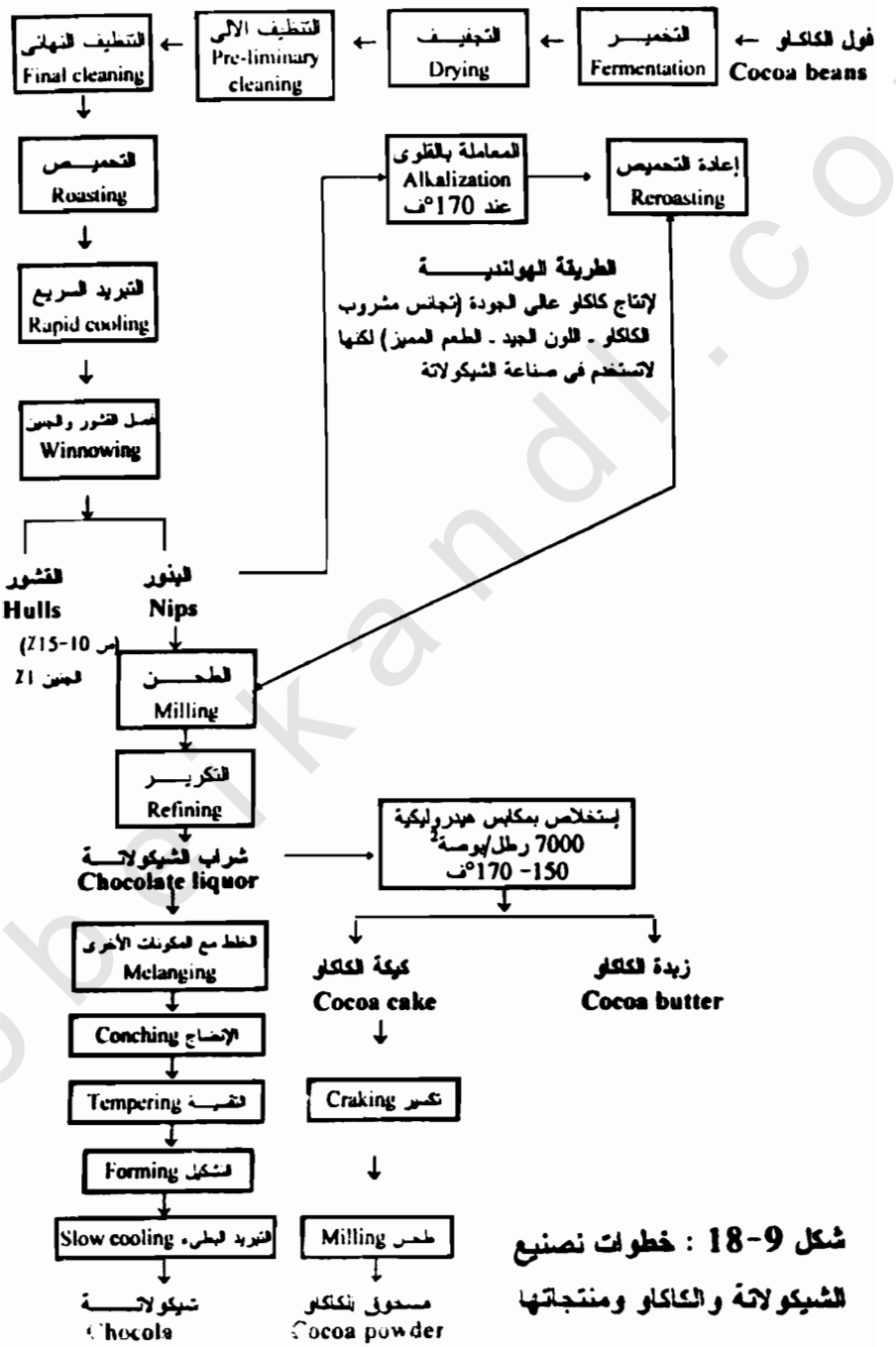
خامسا : مكونات أخرى رئيسية Other major components

تحتوى حبوب الكاكاو على الكافيين coaffine والثيوبرومين Theobromine وعناصر أثار Trace elements تشتمل على المنجنيز ، الحديد ، النحاس ، الزنك .

9-2-9-2 تصنيع الشيكولاتة ومنتجاتها

Manufacture of chocolate and its products

يوضح الشكل رقم 9-18 خطوات تصنيع الشيكولاتة ومنتجاتها التى تشتمل على الخطوات الأساسية التالية .



شكل 9-18 : خطوات تصنيع الشيكولاتة والكاكاو ومنتجاتها

obeikandi.com

أولا : التخمير Fermentation

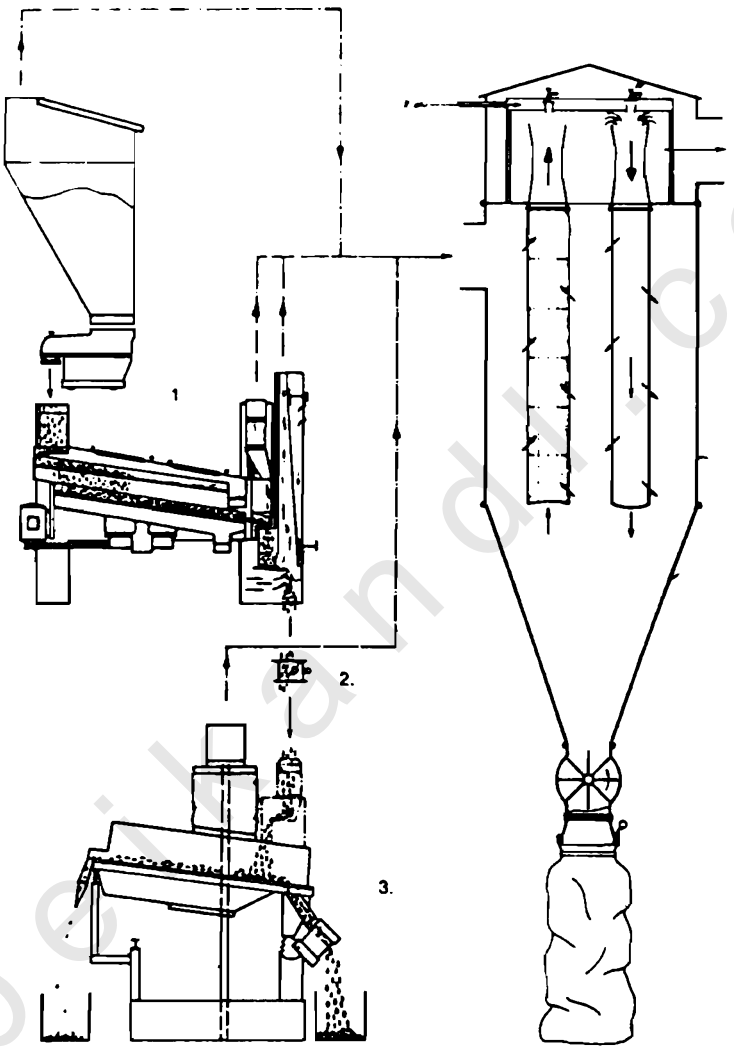
تعتبر عملية التخمير من العمليات الهامة للحصول على حبوب كاكاو ذات نكهة جيدة ولون جيد ، بالإضافة إلى سهولة فصل القصرة (القشرة) عن الفلقات . وفى أثناء عملية التخمير تحدث تغيرات كيماوية وكيمو حيوية وإنزيمية فى حين تؤدى هذه العملية إلى تثبيط قدرة البذور على الإنبات . وهناك طرق عديدة للتخمير أشهرها تكويم الحبوب على ورق موز وتغطيتها بأوراق نبات مناسب ، كذلك فإنه يمكن السلال غير المعدنية مع التهوية وتتراوح فترة التخمير من يومين إلى عشرة أيام .

ثانيا: التجفيف Dring

تجرى عملية تجفيف للحبوب المتخمرة بغرض خفض نسب الرطوبة بها من 60٪ إلى 7٪ ، وتؤدى هذه العملية إلى خفض ثلاثة أرباع الأحماض المتكونة أثناء عمليةالتخمير . ويمكن إجراء التجفيف الشمسى أو الصناعى باستخام مجففات دائرية ، ويجب ألا تزيد درجة حرارة التجفيف عن 90°م (144°ف) . ويلاحظ أن نسبة الرطوبة فى الحبوب بعد التجفيف يجب أن تتعدى 8٪ وذلك للحيلولة دون نمو الفطريات . وتجدر الإشارة إلى أن التجفيف الشمسى يحافظ على مكونات الرائحة بالحبوب بمعدل أكبر عما إذا أستخدم التجفيف الصناعى .

ثالثا : التنظيف Cleaning

من الضرورى تنظيف حبوب الكاكاو وذلك للتخلص من بقايا التربة والقاذورات والحبوب المكسورة والمواد الغريبة وتتكون عملية التنظيف من الغربلة Screening، المعادلة بالفرش brushing ثم التعرض لمغناطيس قوى . ويجب أن تكون عمليات التخزين والتنظيف بمنأى عن ماكينات التصنيع . ويجب فحص الحبوب للتأكد من خلوها من الإصابات الحشرية . ويتم نقل الحبوب بعد التنظيف عن طريق سير يمر على تيار معاكس من الهواء لإزالة المواد الأخف من الحبوب ثم تمرر الحبوب على غرابيل ذات سعات ثقوب مختلفة ولها قوة اهتزاز عالية لإزالة بقايا الحبوب والأتربة (شكل 9-19).



شكل 9-19 : تتابع خطوات عملية تنظيف بذور الكاكاو

1- وحدات فصل مزودة بغرابيل وaspirators (الغرابيل تزيل المكونات الكبيرة ، الـ aspiratos تزيل المكونات الخفيفة) .

2- وحدة فصل مغناطيس لإزالة الجسيمات المعدنية .

3- وحدة فصل قطع الحجارة والأجزاء المعدنية الثقيلة وتشتمل الوحدة على تيار هواء دائرى

المصدر : Minifie (1989)

obeikandl.com

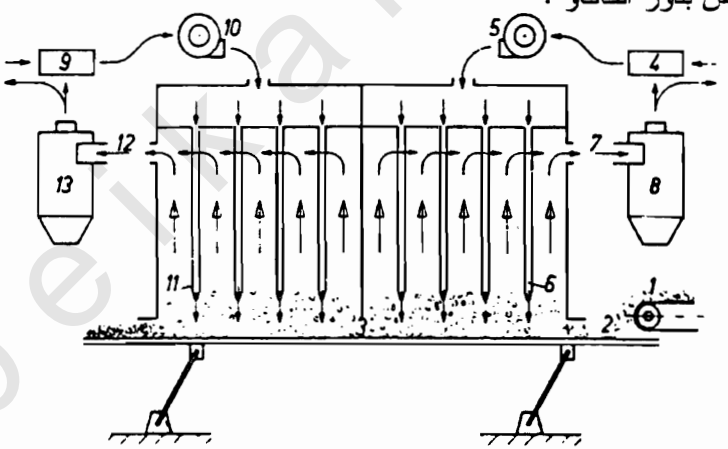
رابعا: التحميص Roasting

تجرى عملية التحميص على درجة حرارة تتراوح من 115° إلى 140°م(284°-284°ف) ، أما زمن العملية فيتوقف على درجة الحرارة المنخفضة لزمن فإنه يفضل إجراء عملية التحمص على 200°م لمدة 20 دقيقة.

وتؤدى عملية التحميص إلى خمسة تغيرات أساسية هى :

1-تحسين مكونات النكهة والتى تظهر طعم الكاكاو ورائحتها .
2- احداث تغيرات فى قوام القصرة مما يسهل من فصلهابعد ذلك .
3- تحسين اللون .
4- إزالة الرطوبة .
5- تغيرات كيماوية فى تركيب البذور نفسها .

وكانت عملية التحميص تتم عن طريق نقع الكاكاو فى الماء ثم التصفية ويعقب ذلك تسخين سريع لتكسير الأغلفة husks ، ويتم التسخين باستخدام اللهب ، أما الآن فيمكن إستخدام الكهرباء أو التسخين بالأشعة تحت الحمراء infrared . وتجدر الإشارة إلى أنه من الصعب وضع ظروف ثابتة لعملية التحميص إذ انها تعتمد على عدة عوامل أهمها صنف بذور الكاكاو ، موسم الحصاد ، المعاملات بعد الحصاد ، نوع النكهة المراد الحصول عليها من الشيكولاتة ويوضح الشكل (9-20) أحد الأجهزة المستخدمة فى عملية تحميص بذور الكاكاو .



شكل 9-20: رسم تخطيطى لأحد أجهزة تحميص بذور الكاكاو (Fluid bed roaster) والذى يسخن بالهواء .

1- التغذية الخام 2- هزازات Vibrators 3- منطقة التحميص 4- مسخن للهواء
5- وحدة دفع الهواء 6- فتحات للهواء الساخن 7- خروج الهواء المستخدم 8-وحدة فصل للتيار
9- مبرد هواء 10- وحدة دفع هواء 11- فتحة خروج الهواء البارد 12- اعادة الهواء
13- وحدة فصل التيار

المصدر : Minifie (1989)

obeikan.com

خامسا التبريد السريع Rapid cooling :

يجب تبريد حبوب الكاكاو المحمصة وذلك لمنع تأثيرات التحميص الزائد over roasting والذى يؤدى إلى إغمقاق اللون والتأثير السلبى على النكهة ، ولا سيما بالنسبة للشيكولاتة . وإذا مالم يتم التبريد سريعا فإن فقد الحرارة من مركز الحبوب سيكون بطيئا ومن ثم فإن الأغلفة husks تتكرمش crumble بسرعة .

سادسا :الخلط Melanging :

أصل كلمة melanging فرنسى وتعنى الخلط ، وتجرى العملية باستخدام خلاط يتكون من بكر من معدن أو الجرانيت ، وتدور هذه البكرات حول محورها فى نفس الوقت الذى تدور حو ساق مشترك . وتهدف عملية المزج إلى خلط المكونات خلطا جيدا وتنعيمها ، لذا فإن العملية تتم على عدة مراحل كما أنه عادة مايضاف مصدر الدهن لزيادة درجة التنعيم .

سابعا : الإنضاج Conching

كلمة conch معناها صدفة المحارة وقد أستخدمت الكلمة لوصف الجهاز المستخدم concher لأنه يشبه الصدفة . ويصنع الجهاز من الصلب أو الجرانيت ويحاط بجار مزدوج للتحكم فى الحرارة ، وتوجد بداخله بكرة تتحرك بسرعة من الأمام إلى الخلف مما يؤدى إلى ضرب العجينة على الجوانب وتنعيمها . وتهدف عملية الإنضاج إلى مايلى :

1- خلط وعجن الشيكولاتة ناعمة وقطيفية .
2- إزالة الرطوبة .
3- تنعيم حواف بللورات السكر .
4- حدوث تغيرات فى اللون نتيجة لإستحلاب الدهون .
5- تحسين لزوجة المخلوط .
6- تكسير كتل السكر .

ويتضح من ذلك أن عملية الإنضاج ماهى إلا عملية تهوية وتسخين وتقليب . وتجرى عملية الإنضاج على 110° إلى 210°ف ، ويعزى هذا التفاوت إلى أنواع الشيكولاتة المختلفة (إنتاج شيكولاتة باللبن يتطلب إستخدام درجة حرارة أقل بعكس الشيكولاتة السادة) وتستغرق عملية الإنضاج من 12 إلى 72 ساعة ، وتشير الدلائل إلى أن الزمن الأطول يعطى شيكولاتة أعلى جودة .

obeikandl.com

سابعا : التقسية Tempering

هذه العملية تعتبر بمثابة طريقة لحث زبد الكاكاو على البلورة فى صورة ثابتة بالشيكولاتة وتعتبر هذه العملية من العمليات الضرورية لضمان فترة تداول shelf life للشيكولاتة . وإذا ماحدث خطأ فى هذه العملية أدى ذلك إلى ظهور العيب المعروف باسم تزهير الدهن fat bloom فى الشيكولاتة . ويحدث هذا العيب بدرجة أكبر فى الشيكولاتة السادة عنه فى الشيكولاتة باللبن وذلك بسبب وجود دهن وفوسفاتيدات دهن اللبن .

وتداول الشيكولاتة خلال عملية التقسية tempering والتغطية enrobing والغمر dipping يتحكم فيها عدد من العوامل هى :

1- تركيب الشيكولاتة .
2- لزوجة الشكولاتة .
3- ظروف ونوع وتركيب المركز المراد تغطيته .
4- درجة الحرارة المستخدمة .
5- نوع بللورات الدهن .

وتلعب كمية ونوع الدهن المستخدم دورا هاما فى مسلك الكتلة المنصهرة ، فكلما زاد محتوى الشيكولاتة من زبد الكاكاو كلما كان سمك الشيكولاتة الناتج أرفع ولكن احتمال تزهير الدهن يكون أكبر ولذا فإنه يجب إضافة مادة كالليسيثين .

وعادة تحتوى الشيكولاتة على 1٪ رطوبة ، فإذا مازادت عن هذه النسبة أدى ذلك إلى زيادة ثخانة Thickening الكتلة المنصهرة ومن ثم زيادة كمية الشيكولاتة المستخدمة فى عملية التغطية .

وتوجد أربع صور لبلورة زبد الكاكاو فى الشيكولاتة ، ولكل صورة منها نقطة انصهار مختلفة كما يلى :

نوع البللورة	نقطة الانصهار	
	°م	°ف
الفا α	23.5	74.5
بيتا βII	28.0	82.5
بيتا βI	33.0	91.5
بيتا β	34.5	94.0

وتعتبر الصورة البللورية أكثر الصور ثباتا حيث لا تؤدى إلى التزهير ويمكن القول بأن هدف عملية التقسية هو بلورة زبد الكاكاو فى الصورة. وعامة فإن هناك أربع صور بللورية polymorphic crystalline forms للدهون وهى :

الصورة الفا α : تنتج من التبريد السريع جدا للدهن السائل ونقطة انصهارها نحو 17°م (63°ف) وهى صورة شديدة عدم الثبات وتتحول إلى صور أخرى .

الصورة ألفا : يتحول الدهن السائل بسرعة حتى عند درجات الحرارة المنخفضة إلى هذه الصورة (درجة الانصهار من 21° إلى 24°م (70-75°م)

الصورة : تتحول الصورة عند درجة الحرارة العادية إلى الصورة (درجة انصهارها 27° - 29°م (81-84°ف) .

الصورة بيتا : تتحول الصورة إلى إلى الصورة بيتا الثابتة والتى لها درجة انصهار 34° إلى 35°م (95°م) .

وتقسية الشيكولاتة تتم وفقا للخطوات التالية .

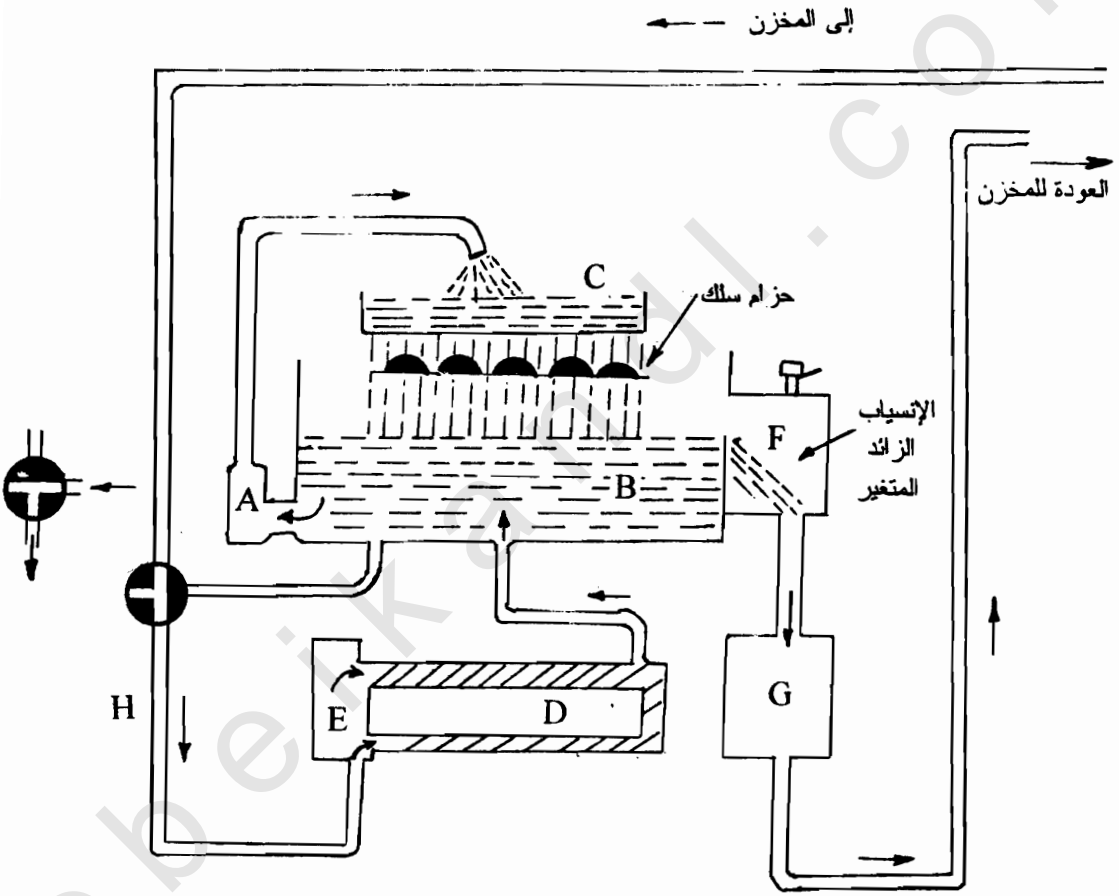
أ- تسخين حتى درجة حرارة لا تزيد عن 48.8°م (120°ف) فعند هذه الدرجة يصبح زبد الكاكاو سائلا .

ب- بعد تمام انصهار الدهن يتم التبريد إلى درجة حرارة 26.6°م (80°ف)حيث تحدث بلورة لكل من الصور الثابتة للدهن .

جـ- إعادة تسخين إلى 31°-32°م (88°-90°ف) حيث تحدث عملية إعادة انصهار لكل البللورات غير الثابتة مع ترك بللورات زبد الكاكاو الثابتة تعمل كبذرة Seed . ومن ثم فإن البلورة تتم أساسا على الصورة الثابتة بيتا .

ويجب إجراء عملية التدفئة النهائية ببطء وذلك لمنع التسخين الزائد overheating ويجب إجراء تقليب مستمر وجيد فى حلل الصهر مع تغذية ماكينات التغطية بالشيكولاتة التى أجريت لها عملية التقسية .

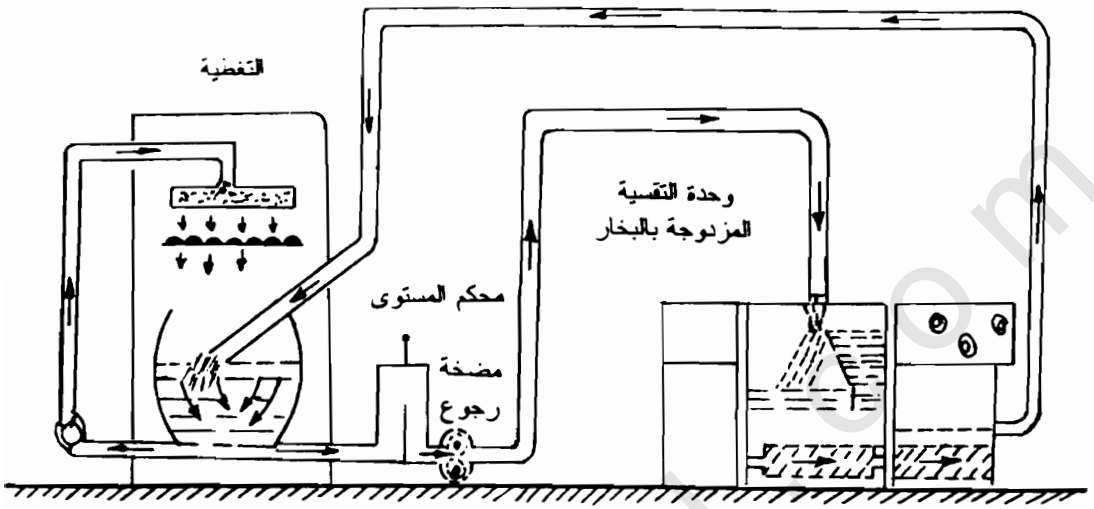
وتستخدم الآن نظم تقسية مميكنة وهى نوعان الأول ذات التيار المستمر (شكل 9-21) والثانية ذات وحدة التقسية المنفصلة (شكل 9-22) .



شكل 9-21 : طريقة التيار الفردى المستمر لتقسية الشيكولاتة والتغطية

المصدر : Lees and Jackson (1975)

obeikandl.com



شكل 9-22 : وحدة التقسية المنفصلة للشيكولاتة

المصدر : Lees and Kackson (1975)

9-2-9-3 تزهير الشيكولاتة Chocolate bloom

تعتبر ظاهرة التزهير bloom أهم العيوب التى تحدث بالشيكولاتة أو منتجات القند المغطاة بها . وللتزهير نوعان هما تزهير الدهن ، تزهير السكر:

تزهير الدهن Fat bloom :

يحدث هذا العيب نتيجة لتعرض الناتج لدرجات متفاوتة فى أثناء التسويق ، ممايؤدى إلى طفو الدهن من داخل قطعة الشيكولاتة ثم تعلق على السطح عند التعرض للجو الخارجى .

ويعزى هذا العيب إلى عدم إجراء عملية التقسية بدقة . وتفسر هذه الظاهرة بأنه عند تحول الدهن من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة ينتج قدر من الحرارة (الحرارة الكامنة) فإذا لم تكن عملية التقسية قد تمت بدقة فإن الدهن فى مركز القطعة يتصلب ببطء شديد مما يؤدى إلى احتباس الحرارة الكامنة بداخل قطعة الشيكولاتة وذلك إذا ما تصلب سطحها نتيجة للتبريد الفجائى بينما يظل المركز سائلا . ويؤدى جفاف السطح دون المركز إلى طفو الدهن على سطح القطعة ثم تصلبه على السطح .

تزهير السكر Sugar bloom

إذا ماتعرضت قطعة شيكولاتة لهواء ساخن أدى ذلك إلى تكثف غيام رقيق من الماء على سطح قطعة الشيكولاتة ، مما يؤدى إلى إذابة السكر الموجـود بالشـيكولاتة ، فإذا ماتعرضت الأخيرة لجو جاف فإن الماء يتبخر تـارة ، السـكر مترسـبا علـى سـطح قطعة الشيكولاتة .

ويمكن التميز بين نوعي التزهير (تزهير الدهن ، تزهير السكر) عـن طريـق اللون والمذاق .

obeikandl.com

المراجع

1- Abraij. C. and Ramage, J. T. (1979). Sugar refining: Present technology and Future development. Applied Science and Technology. Publisher, London.

2- Alikoniz, J. I. (1979). Candy technology AV I Publishing Company Inc, West Part, Connecticut.

3- Amin, W.A.A. (1997). Chenical and technological studies on treacle (black honey). Ph.D Thesis, Faculty of Agriculture, University of Alexandria, Egypt.

4- Aziz, V.N. (1983). Production of liquid sugar at various stages of inversion and its technological ultization. M.Sc These, Faculty of Agriculture, University of Alexandria, Egypt.

5- Baikow, V. E. (1982). Manufacture and refining of raw can sugar.Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam, London, New York.

6- Birch, C.C. and Parker, K. J. (1979). Sugar science and technology. Applied science publishers LTD, London.

7- Clark. M. A. and God. N. A. (1988). Chemistry and processing of sugar beet and sugarcane. Elsevier Scientific Publishing Company. Amesterdam, London, New York.

8- Honig, P. (1953). Principles of sugar technology. Vol.I. Elsevier Publishing Company.Amsterdam, London, New York.

9- Honig, P. (1959). Principles of sugar technology. Vol II. Elsevier publishing Compan . Amsterdam, London, New York.

10- Honig P. (1963). Principles of sugar technology. Vol. III Elesevier Publishing Company. Amesterdam, London, New York.

11- Lees, R. and Jackson, B. (1975). Sugar confectionery and chocolate manufacture. Leonard Hill Books An Intertext Publisher, London.

12- Mathur, R. B. (Ed.). (1978). Hand book of cane sugar technology. Oxford & IBH Publishing Company, New Delhi, Bombay, Calcutta.

13- Meade, G. P. And Chen, J. C. P. (1977). Cane sugar hand book. John Willey and Sons, New York.

14- Minifie, B. W. (1980). Chocolate cocoa and confectionery: Science and Technology. AVI publishing company INC.

15- Minifie, B. W. (1989). Chocolate, cocoa and confectionery. Science and Technology. Third edition Van Nostrand Reinhold, New York.

16- Paturau, J. M. (1969). By-products of the cane sugar industry. An introduction to their industrial utilization. Elsevier Publishing.

17- Potter, N. N. and Hotchkiss, J. H. (1995). Food science. Fifth edition. Chapman & Hall. New York, Albany, Boston, London, Madrid.

18- Silin, P. M. (1967). Sugar technology. Pishivai Industry (In Russian), Moscow.

19- Sapronov, A.R., Gochman, A. N. and Locina, B. A. (1979). General in sugar technology and sugar substances. Pishivai Industry (In Russian), Moscow.

obeikandl.com