تقديـــــــــم

••• •••

أقدم هذا الجهد في صورة جزء من مرجع بـــدأت فـــي إعـــداده عـــن تكنولوجيا السكر والحلوي لأضمه إلي أي مراجع ظهرت في المكتبة العربيـــة في هذا المجال . وكانت بداية التفكير في إنتاج هذا المؤلف عندمـــا لاحظـــت أثناء الزيارات الميدانية لمصانع الحلوي والشوكولاتة الحديثـــة فـــي مصـــر والمملكة العربية السعودية والامارات العربية المتحدة ، والتي منها مايستخدم أحدث تكنولوجيات الإنتاج ، أن هناك حاجة ماسة لتبســيط ولشـــرح بعـــض المعدات وخطوط الإنتاج لتكون لبنة علي طريق الفهم والدرايـــة لكـــل مـــن الطالب والباحث بعمليات التصنيع في مجال السكر والشوكولاتة والحلـــوي . وأرجو أن يكون في هذا الجهد فـــائدة للمتخصصيـــن وان اســـتقبل آرائـــهم ومقترحاتهم بخصوصه عسي أن تكون ذات فائدة لي أو لأحد مـــن زملائـــي لإستكمال بعض الخطوات علي الطريق .

وصناعة السكر بمفردها والتي تعتبر من أعرق الصناعات في مصـــر تتجاوز إستثماراتها 4.5 مليارات من الجنيهات ، وبرغم أن إنتاجنا يربو علـــي المليون طن سنويا إلا أن الواردات تزداد نظرا لأسباب عديدة أهمها إرتفـــاع مستوي المعيشة في الفترة الأخيرة في مصر وإنشاء العديـــد مـــن المصـــانع الحديثة لتصنيع شتي أنواع الحلوي ، هذا وقد أصبح إنتاج بعض المصانع من الحلوي يصدر لبعض البلدان العربية والإفريقية وأيضا لبعض الدول الأوربية. ويتعيش علي صناعة السكر فقط في مصر حوالي ثلث مليون مصـــري مـــن

مزارعين وعاملين ، ولذلك فأي تقدم في هذه الصناعة وصناعات الحلوي والشوكولاتة سيعود بفائدة كبيرة مرجوة علي قطاع كبير من أبناء الشعب المصري والعربى ليس المنتجين فحسب بل وأيضا المستهلكين .

وللحلوي والشوكولاتة دور اجتماعي فهي تعطي إحساسا بالبهجة والسرور للأطفال والكبار وتقدم كهدايا في المجاملات الإجتماعية . ومع تقدم الوعي الغذائي في الدول الغربية تم تحديد مقننات الحلوي في الوجبة الغذائية بحيث تصبح جزءا من مكونات الغذاء الصحي وليست فقط لإضفاء الإحساس بالبهجة والمتعة ، وقد حسبت كمية الحلوي التي تعتبر من مكونات الغذاء الصحي بحوالي 35–40 جم يوميا بحيث تمثل هذه الكمية حوالي 6 % من إجمالي الطاقة التي يحتاجها الإنسان ويحصل عليها من غذائه .

ولتعدد منتجات الحلوي والشوكولاتة في العديد من دول العالم فقد إخترت بعض المنتجات كأمثلة علي تكنولوجيات التصنيع لأمهد الطريق لمن يود أن يستكمل هذا الجهد بمنتجات عديدة لم أتناولها في هذا المؤلف حتي تتمشي محتويات هذا المرجع ضمن محتويات مقرر تكنولوجيا السكر والحلوي لطلبة أقسام علوم الأغذية وتستكمل منتجات أخري في الجزء العملي.

أسأل الله أن يوفقنا جميعا لما يحب ويرضي .

المؤلف

أ.د. إبراهيم محمد حسن

الباب الأول

تكنولوجيا صناعة السكر

obeikandl.com

obeikandl.com

1- تكنولوجيا صناعة السكر

مقدمـــــــــــــة

يعتبر قصب السكر والبنجر (الشوندر) السكري في الوقت الحاضر مصدرا رئيسيا لصناعة السكر في العالم . وقد نجحت زراعة بنجر السكر في مصر خاصة في محافظة كفر الشيخ وفي عدة مناطق في الدلتا ولذلك أنشأت حتي الآن أربعة مصانع لإنتاج السكر من البنجر السكري يبلغ متوسط انتاج الواحد منها حوالي 100 ألف طن سنويا . أما صناعة السكر من القصب فهي صناعة قديمة في مصر ونجحت نجاحا كبيرا وأنتجت كوادر فنية علي مستوي عالي تفخر بهم مصر ، حتي أنه يمكن إعتبار صناعة السكر من قصب السكر من الصناعات المتقدمة في مصر والتي تصدر المعرفة الصناعية Know how إلي بعض الدول الأخري ، كما أنها من الصناعات القليلة في مصر شبه المتكاملة ، لها ورش علي مستوي عالي يمكنها تصنيع أجزاء من المعدات وتقوم بتصديرها لبعض الدول .

ولايعتبر البنجر السكري محصولا منافسا لقصب السكر بل يمكن إعتباره مكملا له ، فقصب السكر كمحصول إستوائي نجحت زراعته في صعيد مصر أما البنجر السكري فقد نجحت زراعته في شمال وشرق الدلتا لأنه يعتبر من نباتات الطقس المعتدل الماثل للبرودة ... أي يزرع البنجر في مصر في المناطق الشمالية وقصب السكر في المناطق الجنوبية.

ويوضح الجدول (1.1) إنتاج السكر الخام بالألف طن في بعض الدول العربية ، ويلاحظ من الجدول أن مصر والمغرب والسودان وسوريا تعتبر أهم الأقطار العربية المنتجة للسكر . كما تجدر الملاحظة أن إنتاج مصر عام 1996 يمثل حوالي 55% من إجمالي إنتاج معظم الدول العربية . وتستورد الأقطار العربية أكثر من 60% من إحتياجاتها من السكر مما يشير إلي أهمية توفير الظروف الملائمة للتوسع في إنتاج المحاصيل السكرية في الدول العربية . ومما هو جدير بالذكر أن مصر كانت حتي أوائل السبعينات من الدول المصدرة للسكر ، وبرغم أن إنتاج مصر يتزايد سنويا (جدول 1.1)

حتي وصل عام 1996 إلي حوالي 1410 ألف طن إلا أنه منذ بداية الثمانينات بدأ يتزايد معدل الإستهلاك عن معدل الإنتاج فحدثت فجوة غذائية في إنتاج السكر وأصبحت مصر تستورد السكر من الخارج وكان حجم واردات مصر في حدود 100 ألف طن إزدادت حتي أصبحت في حدود 550 ألف طن في السنوات الأخيرة . وتعزي هذه الفجوة في إنتاج السكر في مصر لزيادة عدد السكان وكذلك لزيادة معدلات الإستهلاك حتي عن المعدلات العالمية .

جدول (1.1) متوسط إنتاج السكر الخام بالألف طن في بعض الدول العربية

الدولة	السنوات			
	متوسط الفترة 1993-89	1994	1995	1996
مصر	991.95	1099.22	1131.52	1410.47
المغرب	510.30	470.70	448.10	404.70
السودان	461.32	517.67	499.15	572.80
سوريا	81.35	103.91	92.24	102.41
تونس	22.92	23.40	22.80	30.00
الصومال	25.62	19.14	20.17	21.20
لبنان	6.81	5.39	3.91	3.31
العراق	3.80	2.30	2.50	1.40
الجملة	**2104.07**	**2241.73**	**2220.40**	**2546.28**

المصدر : الإحصاءات الزراعية العربية (1997) - المنظمة العربية للتنمية الزراعية .

وتواكب صناعة السكر عديد من الصناعات الثانوية منها علي سبيل المثال لا الحصر صناعة المولاس والخمائر والكحولات والأحماض العضوية وصناعة الورق والخشب الحبيبي وإنتاج بعض أنواع العسل .

ويعتبر السكر سلعة زراعية صناعية غذائية ويمثل أحد القطاعات الرئيسية في الإقتصاد العالمي وقد إزداد حجم إنتاجه العالمي من حوالي 30 مليون طن عام 1940 م الي 85 مليون طن عام 1975 ويربو إنتاجه الآن عن 100 مليون طن .

أولا : صناعة إنتاج السكر من قصب السكر :

مقدمـــــــــــة

يتكون نبات قصب السكر (Genus : Saccharum) من جزئين أساسيين :

- الجذور الموجودة تحت سطح التربة وتبلغ نسبتها من النبات حوالـــي 13% (علـــي أساس الوزن الجاف) .
- الجزء الموجود فوق سطح التربة ويشمل السيقان والأوراق الجافة والقمم الطرفية ويمثل حوالي 87% .

ويصلح لإستخلاص السكر جزء من السيقان يمثل حوالي 50% من المكونات النباتية لقصب السكر .

تتباين نسبة المواد السكرية علي طول ساق القصب فتزداد نسبتها من القمـــــة إلـــي القاعدة قرب سطح الأرض حتي تصل لحوالي 20% بينما تتراوح نسبة المـــواد الســـكرية بين 7 إلي 10% في الجزء القريب من القمة الطرفية . ويعتبر السكروز المكون الرئيســي في القصب الناضج وتزداد نسبته أيضا في الساق في إتجاه القاعدة حتي تصل إلي حوالـــي 94% من نسبة السكريات الكلية بينما تتراوح نسبة السكروز من الســـكريات الكليـــة فـــي الأجزاء القريبة من القمة الطرفية من 30 إلي 50% . وتوجد في قصب السكر نسبة مـــن السكريات الأحادية كالجلوكوز والفركتوز وتقل نسبتها بزيادة عمر النبات حيث تمثل حوالي 4% من السكريات الكلية عندما يكون عمر النبات 6 شهور وعندما يصل عمر النبات إلـــي 12 شهرا تقل هذه النسبة لتتراوح بين 0.25 إلي 0.75% .

بعض خطوات صناعة السكر من قصب السكر :

سنستعرض في هذا الجزء بعض خطوات صناعة السكر من قصب السكر ويؤجـــل شرح بعض الخطوات الأخري الأساسية وإيضاح الأسس العلميـــة لـــها للجـــزء الخـــاص بصناعة السكر من بنجر السكر تلافيا للتكرار .

1- حصاد قصب السكر ونقله :

يحصد نبات قصب السكر باليد أو آليا حيث تقطع ساق النبات من قاعدته وفي الوقت

نفسه يزال القسم العلوي (القمة الطرفية والأوراق) . ويجمع المحصول علي شكل أكوام (لبش) ثم ينقل للمصنع . وعند ورود المحصول للمصنع يتم إجراء فحص أولي عليه لتحديد نسبة الخصم من المحصول والتي تقابل مايحمله المحصول من شوائب ومواد غريبة من الأوراق والطين والحجر وتعرف هذه النسبة بالاستقطاع الطبيعي . وتشمل وزن المكونات الغريبة من الأوراق والتربة والتي لايستخرج منها السكر .

ثم يستخلص المعمل العصير من عينة عشوائية ممثلة Representative random sample للشحنة الواردة من المصنع وتقدر فيها نسبة السكروز ودرجة النقاوة لحساب سعر الطن من الشحنة ويعرف النقص عن النسبة المتفق عليها من السكر في المحصول بين المورد والمصنع بالإستقطاع الكيميائي ، وتزداد هذه النسبة عند حصاد المحصول مبكرا أو إصابته بالآفات والأمراض أو ترك المحصول في الحقل أو المصنع لفترة طويلة . وعادة يهتم المصنع بألا تقل نسبة المواد الصلبة الذائبة TSS في العصير عن 15% وألا تقل نقاوة العصير عن 75% .

2- غسيل القصب :

بعد إستلام المحصول تبدأ عملية الغسيل لتنظيف سيقان القصب من الشوائب بإستخدام رشاشات مياه قوية وقد تكون المياه ساخنة لرفع كفاءة عملية الغسيل .

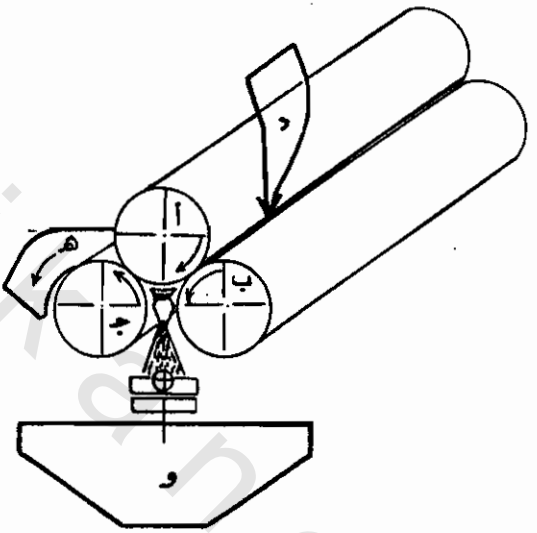
3- تقطيع القصب أو هرسه :

قد يتم تقطيع القصب إلي قطع طولها حوالي 120 سم بواسطة سكاكين خاصة أو قد يتم هرسه بواسطة هراسات Crushers تمهيدا لعصره .

4- إستخلاص عصير القصب :

يتم عصر القصب بواسطة سلسلة من العصارات ، تتكون كل عصارة من ثلاث إسطوانات أفقية مرتبة علي شكل مثلث كما في الشكل (1.1) حيث تضغط الإسطوانة العليا (أ) علي سيقان القصب بعد إستلامها من فتحة التغذية (د) بضغط هيدروليكي عالي نتيجة حصر القصب بين الإسطوانة السفلية الأولي (ب) التي تتحرك حركة مضادة للإسطوانة (أ) ونتيجة للضغط يخرج جزء من العصير يتم إستقباله في خزان العصير (و) ، ثم تنقل

المصاصة إلي الإسطوانة (جـ) التي تكون المسافة بينها وبين الإسطوانة العلوية (أ) أضيق (من المسافة بين أ ، ب) فيزداد الضغط علي المصاصة لإستخراج جزء آخر من العصير يهبط إلي خزان العصير (و) ... وتنتقل المصاصة بعد العصر الأولي إلي خارج وحدة العصر الأولي عن طريق فتحة الخروج (هـ) إلي وحدة العصر التالية وفيها تقل المسافة بين الإسطوانات لتسمح بضغط أكبر لاستخلاص أكبر قدر من العصير.



شكل (1.1) : رسم تخطيطي لعصارة قصب السكر

ويمكن ترطيب المصاص وإعادة عصره مرة أخري لإستخلاص أكبر قدر من السكريات إلا أن ذلك يؤدي لتخفيف تركيز العصير وزيادة نسبة المكونات غير السكرية مما يزيد من المشاكل الفنية في عمليات الترويق والتركيز . كما يمكن أيضا إستخلاص السكر المتبقي في المصاص بطريقة الإنتشار Diffusion التي سنتناولها فيما بعد في إستخلاص السكر من البنجر السكري .

5- ترويق العصير :

تتم في عملية ترويق العصير إزالة معظم المكونات غير السكرية سواء الذائبة أو غير الذائبة والتي تشمل الشموع والزيوت والبروتين والمواد الملونة والألياف .

وتجري عملية ترويق العصير بإضافة الجير الحي بنسبة تتراوح بين 0.04 إلي 0.07 من وزن العصير لرفع رقم pH العصير ليتراوح بين 8 إلي 9 ثم يسخن العصير إلي درجات حرارة تتراوح بين 93-115 درجة مئوية ، أو قد يسخن العصير أولا ثم يضاف إليه المقدار المناسب من الجير الحي دفعة واحدة أو علي عدة دفعات . وعندما يتراوح pH العصير بين 8 إلي 9 تتكتل المكونات غير السكرية وتترسب . ويؤدي إرتفاع درجة الحرارة والوسط القلوي للعصير أثناء عملية الترويق إلي تحول نسبة من السكروز إلي سكريات أحادية وتعتمد هذه النسبة علي درجة الحرارة وطول فترة المعاملة فكلما زادتا زادت نسبة تحول السكروز .

وقد تستخدم أيضا أملاح الفوسفات الذائبة مع الجير الحي لرفع رقم حموضة (pH) العصير إلي حوالي 9-10 فتساعد علي سرعة الترويق .

6- المعالجة بثاني أكسيد الكبريت Sulfitation

تتم عملية معالجة العصير بغاز ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) لمعادلة قلوية العصير والوصول لرقم pH حوالي 7 ولتأثيره القاصر للون حيث يعمل علي إختزال لون عصير القصب بعد الترويق .

كذلك يمكن أن يعامل العصير الخام قبل الترويق بغاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 حتي يصبح الوسط حامضيا قويا في حدود رقم pH من 3.5 إلي 4.0 ثم يضاف الجير الحي تدريجيا حتي يصبح الوسط حامضيا ضعيفا ويترك المزيج للترسيب .

7- المعالجة بغاز ثاني أكسيد الكربون (الكربنة Carbonation)

وهي طريقة أخري من طرق تنقية عصير القصب وسنتناولها بتفصيل أكبر عند تناول إنتاج السكر من البنجر . حيث يضاف الجير الحي (CaO) حتي تصل قيمة pH العصير لحوالي 11 ويسخن العصير إلي درجة 55 درجة مئوية فقط ثم يشبع بغاز CO_2 حتي تنخفض قيمة pH العصير إلي حوالي 9.8 ثم تفصل المكونات غير الذائبة بالترسيب والترشيح . وعند تسخين العصير الرائق إلي درجة 70 درجة مئوية تمهيدا لعملية تركيزه في الخطوة التالية يفضل معاملته مرة أخري بغاز CO_2 لمعادلة الوسط القلوي للعصير بحيث يصبح رقم الحموضة (pH) له في حدود 7.5 إلي 8 كحد أقصي قبل إجراء التركيز

... وذلك لتلافي تسخين العصير للتركيز عندما تكون قلويته عالية فيؤدي ذلك لزيادة معدلات تحلل وهدم السكروز إلي سكريات أحادية تمثل فاقدا في الصناعة يجب تحاشيه .

8- تركيز العصير :

تهدف هذه الخطوة في صناعة السكر إلي رفع تركيز عصير القصب الرائق من 12-15% إلي 60-65% وذلك بتبخير كميات كبيرة من الماء من العصير . وبطبيعة الحال تكون نقطة غليان المحلول السكري للعصير أعلي من درجة غليان الماء ويمكن التعبير عن الفرق بين درجة غليان المحلول السكري ودرجة غليان الماء بالرمز Δt_s . وكلما إزداد تركيز المحلول السكري أثناء تبخير الماء منه زادت نقطة غليانه أي تزداد قيمة Δt_s . وطالما أن العصير يتم تسخينه بالبخار الساخن فإنه دائما ماتكون درجة حرارة البخار الساخن أعلي من درجة حرارة العصير ، وكلما إزداد تركيز العصير قل الفرق بين درجة حرارة البخار الساخن ودرجة حرارة العصير الأعلي تركيزا .

ولحساب الفرق بين درجة حرارة البخار الساخن ودرجة حرارة العصير تطبق المعادلة :

$$\Delta t_w = t_H - (t_B + \Delta t_s)$$

حيث Δt_w = الفرق بين درجة حرارة البخار الساخن والعصير

t_H = درجة حرارة البخار الساخن

t_B = درجة حرارة البخار المشبع المنبعث من العصير

Δt_s = الإرتفاع في نقطة غليان العصير

فعندما تكون درجة حرارة البخار الساخن 124 درجة مئوية ، وبإفتراض أن تركيز العصير 46 بركس تكون نقطة غليانه 115.5 درجة مئوية وهي نفس درجة حرارة البخار المشبع المنبعث من العصير ، ويكون الإرتفاع عن درجة حرارة الغليان نتيجة الحقن بالبخار Δt_s = 1.7 درجة مئوية فيكون الفرق بين درجة حرارة البخار الساخن والعصير، من المعادلة السابقة

$$\Delta t_w = 124 - (115.5 + 1.7) = 6.8^{\circ}C$$

ولايجب أن تتجاوز درجة حرارة وحدات تركيز العصير عن 125 درجة مئوية حتي لايحدث تحطيم وتفكك للسكروز عند الدرجات الأعلي من ذلك حيث يتحطم حوالي 0.5% من السكروز عند التسخين علي درجة حرارة 125 درجة مئوية لمدة ساعة واحدة أما بإرتفاع درجة الحرارة الي 130 درجة مئوية فيزداد معدل تحطيم السكروز 4 مرات ويصل لحوالي 2% . وتؤدي الزيادة في تحطيم السكروز لفقد في المحصول النهائي منه كما تؤدي كذلك لحدوث مشاكل فنية أثناء عملية البلورة . وقد سبق الإشارة لضرورة ألا يزيد رقم pH العصير أثناء تركيزه في المبخرات عن 7.5 – 8 حتي لايزداد معدل هدم السكروز .

هذا وسنتناول شرح عملية تركيز العصير بإسهاب أكبر عند تناول نفس العملية في الفصل التالي عن إنتاج السكر من البنجر السكري .

9- عمليات الطبخ والتبلور وتجفيف السكر

لتشابه هذه العمليات عند إنتاج السكر سواء من القصب أو البنجر السكري سنتناولها في الفصل التالي عند شرح إنتاج السكر من البنجر السكري .

ثانيا : صناعة إنتاج السكر من البنجر السكري "Sugar beet" :

مقدمـــــــــة

يعتبر البنجر السكري *Beta vulgaris saccharifera* المحصول الرئيسي الوحيد الذي لم يزرع في عصور ماقبل التاريخ فهو من صنع وإنتاج علم تربية النبات . وتتميز جذور البنجر السكري بإحتوائها علي نسبة مرتفعة من السكروز قد تصل في بعض الأصناف إلي مايربو علي 20% . هذا وقد نجحت زراعة بنجر السكر في مصر في الثمانينات وتم التوسع الآن في زراعته واكتسب المزارع المصري الخبرة الفنية في زراعته وحقق معدلات إنتاج عالية مما سيؤدي بالضرورة لتنمية الدخل القومي وتقليص الفجوة الغذائية التي يواجهها إنتاج السكر في مصر .

وقد حقق إدخال محصول بنجر السكر في الدورة الزراعية في بعض محافظات مصر فوائد عديدة أهمها :

1- يعتبر البنجر السكري محصولا ثانئي الغرض إذ يستخرج السكر من جذوره ويعتبر الجزء الخضري وبعض مخلفات الصناعة علفا حيوانيا ، هذا وقد لوحظ تحسن الثروة الحيوانية في المحافظات التي تزرعه .

2- يتحمل البنجر السكري ملوحة التربة لذا نجحت زراعته في بعض المناطق التي كانت تعاني أراضيها الزراعية من تلك المشكلة ككفر الشيخ ومنطقة النوبارية .

3- بطبيعة الحال تنشأ دائما بجوار صناعة السكر مجموعة من الصناعات الغذائية الثانوية مما يحسن من اقتصاديات الصناعة ، ويساهم في تحسين الدخل القومي ، وخلق فرص عمل جديدة .

4- يزرع البنجر السكري في مصر كمحصول شتوي لإعتدال المناخ أما في الدول ذات الطقس البارد ككندا وبعض مناطق أمريكا فيزرع كمحصول صيفي .

وسنتناول في الجزء التالي وصفا مختصرا لصناعة السكر من البنجر السكري في أحد مصانع إنتاجه في مصر ، وسنلاحظ تشابه بعض خطوات الإنتاج والمعاملات التكنولوجية في إنتاج السكر سواء من القصب أو من البنجر السكري ، لذا لم نشير إليها بالتفصيل في الجزء السابق تلافيا للتكرار .

1- إستلام المحصول :

1.1- تدخل العربات أو الجرارات المحملة بالبنجر السكري من بوابة الميزان وتحمل علي الميزان فتوزن وهي محملة بالشحنة ثم توزن بعد تفريغ الشحنة ويكون الفرق بين الوزنتين هو وزن محصول البنجر المسلم للمصنع .

2.1- تؤخذ عينة عشوائية ممثلة من شحنة البنجر السكري الواردة للمصنع وترسل للمعمل لتحديد نسب **الإستقطاع الطبيعي والإستقطاع الكيماوي** . حيث يجري المعمل علي عينة البنجر بعض الإختبارات الأولية أهمها علي سبيل المثال لا الحصر :

1.2.1- تحسب النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة (البركس) في 100 سم^3 أو 100 جم من العصير وتعدل القراءة عند 20 درجة مئوية .

2.2.1- تحسب النسبة المئوية للسكروز في العصير وتقدر عادة بواسطة جهاز البولاريميتر ، حيث يؤخذ 50 مل من العصير ويوضع في دورق سعته 200 مل .

• يضاف إلي الدورق حوالي 5 مل من خلات الرصاص ويكمل الحجم الباقي بالماء المقطر ثم يرشح المزيج .

• تملأ أنبوبة الإستقطاب الخاصة بالبولاريميتر بالراشح ويقرأ التدريج . إذا كان طول الأنبوبة 20 سم يضرب الوزن المعياري في قراءة الجهاز في مقلوب التخفيف ويقسم الناتج علي 100

$$\therefore \%\ \text{للسكر (وزنية/حجمية)} = \frac{\text{قراءة الجهاز} \times \text{الوزن المعياري} \times 4}{100}$$

أما إذا كان طول أنبوبة الجهاز 40 سم تكون النسبة المئوية للسكر =

$$\frac{\text{قراءة الجهاز} \times \text{الوزن المعياري} \times 4}{2 \times 100}$$

والوزن المعياري (خاص بكل جهاز بولاريميتر) هو الوزن من السكروز في 100 مل من الماء المقطر الذي يعطي قراءة بولاريميترية مقدارها 100 عندما يكون طول أنبوبة الجهاز 20 سم .

3.2.1- تحسب النسبة المئوية للسكروز في 100 جم من العصير من العلاقة التالية:

$$\%\ \text{للسكروز} = \text{نقاوة العصير} \times \text{البركس بالوزن}$$

4.2.1- تحسب نقاوة العصير كنسبة مئوية من النسبة المئوية للسكروز مقسومة علي النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة في العصير ويضرب الناتج في 100

5.2.1- أما نسبة السكر (نسبة الحلاوة) في المحصول الوارد فيمكن حسابها من العلاقة التالية :

$$\text{نسبة الحلاوة} = \frac{\text{مقدار السكر في 100 جم من العصير} \times \text{المعامل}}{100}$$

ويحسب المعامل من العلاقة التالية:

المعامل = 100 – (نسبة الألياف + نسبة الإستقطاعات الطبيعية + نسبة الماء)

6.2.1– يمكن حساب نسبة الجلوكوز أيضا كما درست في مقرر تحليل الأغذية ومنها يحسب معامل الجلوكوز الذي يساوي

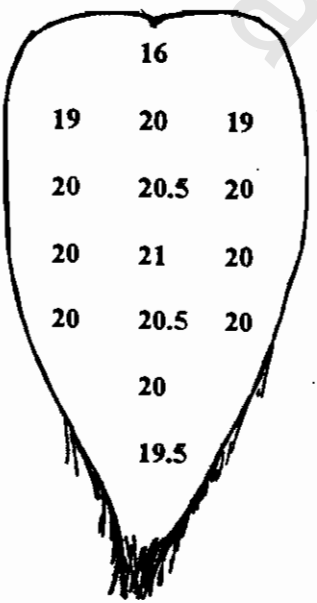
$$\frac{\text{نسبة الجلوكوز في 100 سم}^3 \text{ من العصير}}{\text{نسبة السكروز في 100 سم}^3 \text{ من العصير}} \times 100$$

كذلك تقدر في المعمل % للرماد ، % للألياف ، وبعض الإختبارات الأخري سنتعرف عليها عند زيارتك لمصنع إنتاج السكر .

وفيما يلي جدولا يوضح التركيب الكيمياتي التقريبي لجذور البنجر (محسوبا على أساس الوزن الرطب) . كذلك يوضح شكل (2.1) التوزيع التقريبي للسكر في جذور البنجر السكري .

جدول (2.1): التركيب الكيمياتي التقريبي لجذور البنجر (محسوبا على أساس الوزن الرطب).

المكونات	النسبة المئوية
المواد الصلبة الكلية	25.00-21.00
السكروز	18.00-15.00
البروتين الخام	1.20-1.00
الزيوت	0.15-0.10
الألياف	1.30-1.00
المركبات غير النيتروجينية	3.20-2.80
الرماد	1.20-0.80



شكل (2.1): التوزيع التقريبي للسكر في البنجر السكري

2- تفريغ محصول البنجر من وسائل نقله :

بعد أخذ عينة المعمل يتم تفريغ محصول البنجر بالطريقة الجافة بإستخدام القلابات وآلات الرفع إما في العراء أو تحت مظلات خاصة إذا ماكان الجو مطيرا . وعادة مايكون مكان تخزين البنجر قريبا من المعاملة الثانية من معاملات التصنيع وهي :

3- الغسيل :

يبدأ الغسيل بإستعمال رشاش قوي من الماء يوجه إلي البنجر فيسقطه في مجري مائي مبطن بالخرسانة ومنحنى انحناءا بسيطا ليساعد علي سريان حركة البنجر إلي إتجاه موقع السيور الرافعة للبنجر (شكل 17.1) ، وقبل الرفع مباشرة يتم تنظيفه بمروره علي :

1.3- صائدات الحجارة Rock-catchers :

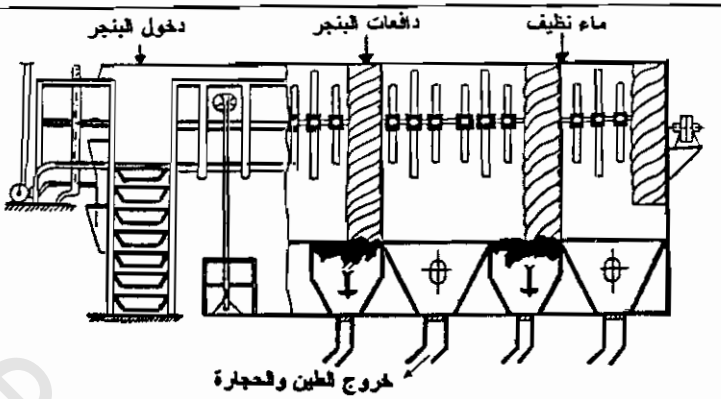
وهي عبارة عن جزء عميق في المجري المائي يمرر من تحته تيار قوي من الماء بحيث يمنع سقوط البنجر في الحفرة أما الحجارة الأثقل فتسقط في الحفرة ويمكن تنظيف الحفرة بإستمرار في نهاية اليوم .

2.3- حاجزات الأوراق Trash-catchers :

يتكون الجهاز من مجاميع من الماسكات تتكون كل مجموعة من ماسك معلق علي محور أفقي وتتحرك هذه المحاور حركة دورانية تسير في القناة عكس إتجاه سريان الماء والبنجر فتلتصق الأوراق بالماسكات التي ترفعها لأعلي وتلقيها إلي الجانب الخلفي وهناك ماسكات أخري لالتقاط العروش الطويلة .

3.3- غسيل البنجر Beet wash :

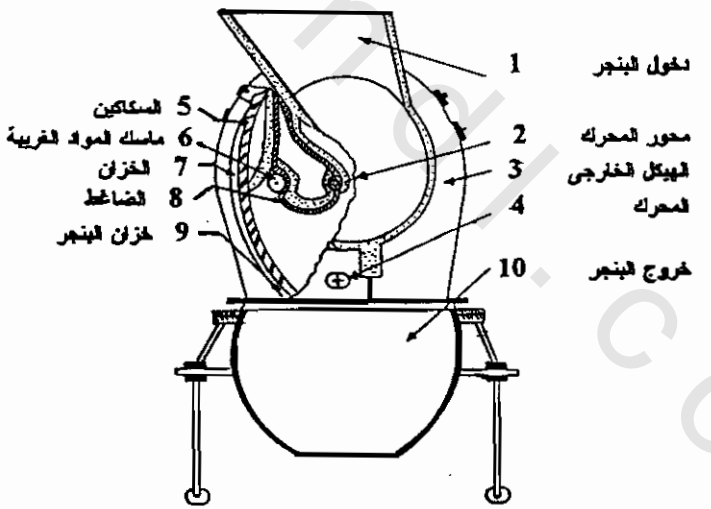
بعد تنظيف البنجر من الحجارة والأوراق والعروش أثناء مروره في المجري المائي ينقل البنجر بالسيور الرافعة الي غسالة البنجر (شكل 3.1) حيث يدخل ماء الغسيل من أسفلها بقوة ضغط عالية ويسير عكس إتجاه سير البنجر لإزالة الطين والأوساخ المختلفة الملتصقة بجذور البنجر . وقد ينقل البنجر إلي مرحلة غسيل تالية حتي تمام غسيله بصورة مرضية وفصل كافة الأوساخ عنه . وعادة يتم تجميع الذيول والعروش وتنظف مرة أخري من الحصو وتقطع ثم ترسل لوحدة تصنيع علف المواشي .



شكل (3.1) : غسالة البنجر

4- تقطيع البنجر :

ينقل البنجر المغسول بواسطة سيور مثقبة لتصفية مياه الغسيل إلي أجهزة التقطيع وهي عبارة عن إسطوانة تدور علي محور عمودي وتثبت داخلها السكاكين بشكل أفقي فيقطع البنجر إلي شرائح رقيقة السمك (أنظر شكل 4.1) .



شكل (4.1): مقطع من جهاز أفقي لتقطيع شرائح البنجر

1- دخول البنجر ، 2- محور المحرك ، 3- الهيكل الخارجي ، 4- المحرك ، 5- السكاكين ، 6- ماسك المواد الغريبة ، 7- الخزان ، 8- الضاغط ، 9- خزان البنجر ، 10- خروج البنجر .

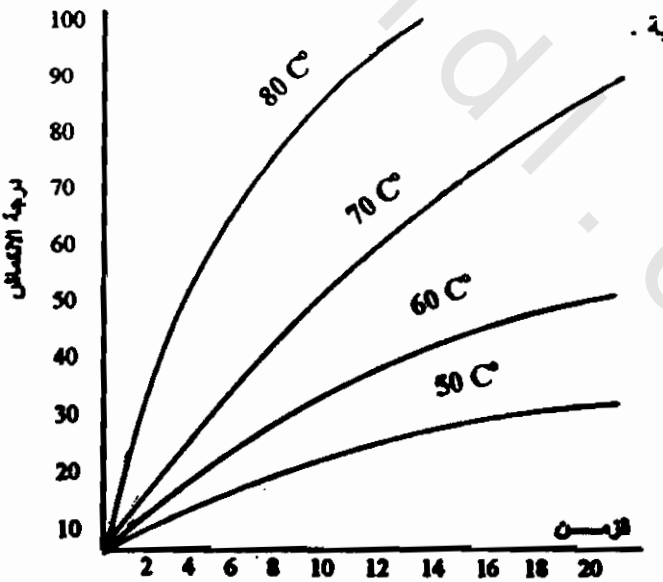
5- استخلاص السكريات :

1.5- مقدمة :

يعتمد إستخلاص العصير السكري من خلايا البنجر علي ظاهرتي الإنتشار diffusion والأسموزية osmosis للحصول علي أكبر كمية ممكنة من السكر الموجود في شرائح البنجر بنقاوة عالية وتركيز مناسب . ويعتبر إستخلاص العصير السكري عملية ميكانيكية بحتة تتضمن مجموعة من العمليات الفيزيائية .

فللحصول علي السكر المذاب داخل خلايا البنجر لابد أن ينضح الغلاف البروتوبلازمي للخلايا العصير الذي بداخله وذلك بتأثير حرارة الإستخلاص التي تسبب انكماشا للخلايا ، وبإرتفاع درجة الحرارة تموت الخلايا فيحدث تغير في طبيعة جدرها فلا تستطيع الإحتفاظ بالسوائل في داخلها وتتضحها لخارجها . كذلك يسبب فرق التركيز بين داخل الخلايا الأعلي تركيزا في السكر وخارجها الأقل تركيز بإنتشار وانتقال (تنافذ) السكر من داخل الخلايا إلي خارجها .

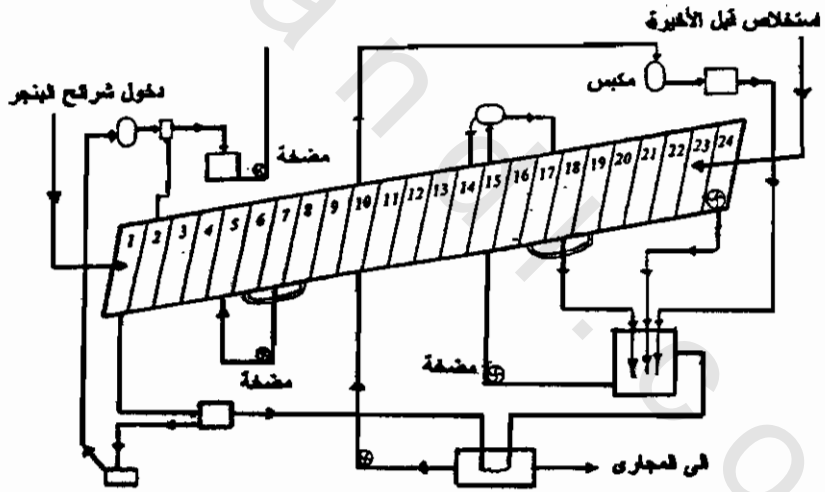
ويوضح شكل (5.1) تأثير درجات الحرارة والزمن علي درجة انكماش الخلايا مقدرة كنسبة مئوية .



شكل (5.1) : تأثير درجات الحرارة والزمن علي % لانكماش خلايا البنجر

2.5- أجهزة إستخلاص السكر من شرائح البنجر :

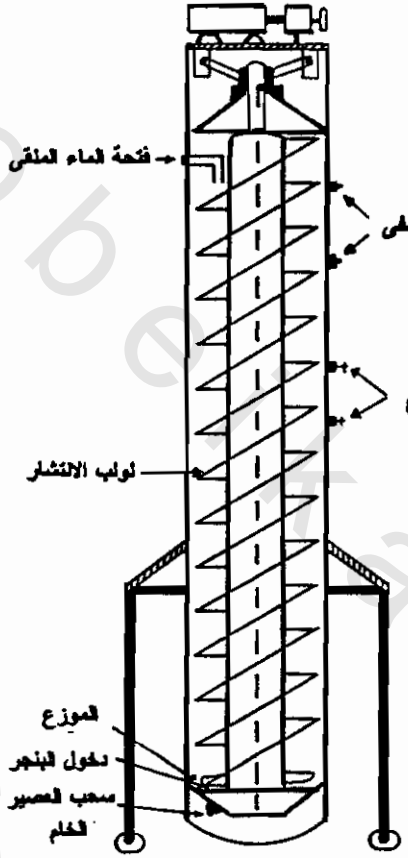
توجد تصميمات عديدة من أجهزة استخلاص العصير السكري من شـرائح البنجـر فهناك نوع من أجهزة الإستخلاص علي شكل متوازي مستطيلات مفتوح من طرفه الأعلي وفي وضع مائل ومقسم الي حوالي 24 غرفة . تدخل شرائح البنجر من الغرفـة الأولـي السفلية وتسير بإتجاه الغرفة العلوية (رقم 24) مارة بالغرف الأخري (من2 الى23) سابحة ضد تيار الماء الهابط من الغرفة الأخيرة (رقم 24) في إتجاه الغرفة الأولي التي تدخل منها شرائح البنجر ، فيخرج تيار الغرفة الأولي السكر المذاب . وتنقل شرائح البنجر من الغرفة الأولي إلي الغرفة 24 أذرع ناقلة تتحرك علي محور أفقي علي إمتـداد الحـوض تـدور بسرعة بطيئة تبلغ من 3 إلي 4 دورات في الدقيقة . وعادة يبلغ طول الحوض حوالـي 26 متر وعرضه 2.8 متر وتبلغ سعة تشغيله من 600-700 طن بنجر يوميا . وتستغرق فترة الإستخلاص (الانتشار) 30-40 دقيقة ويبلغ مقدار العصير السكري المسـتخلص حوالـي 125-130% من وزن البنجر .



شكل (6.1) : رسم تخطيطي لأحد أجهزة إستخلاص السكر من شرائح البنجر

كما توجد أنواع أخري من أجهزة الإستخلاص علي شكل أبراج عموديـة يتكـون إحداها من ثلاثة أقسام رئيسية ... حوض الفصل ، منطقـة المـزج أو الخلـط ، وبـرج

الانتشار (التنافذ) (شكل 7.1) . ويتم استخلاص العصير السكري من شرائح البنجر في هذه الأبراج بالطريقة التالية :



شكل (7.1): برج عمودي لإستخلاص العصير السكري من شرائح البنجر

- بعد تقطيع البنجر إلي شرائح في وحدة التقطيع تنقل الشرائح بواسطة ناقل ميزاني (لتحديد مقدار البنجر المستهلك يوميا) . إلي حوض المزج وفيه تمزج الشرائح مع كمية من عصير البنجر الساخن لتسخين شرائح البنجر إلي الدرجة المطلوبة (حوالي 85 درجة مئوية). .
- يدفع المزيج (عصير البنجر الساخن مع عصير البنجر المستخلص من الشرائح) بواسطة مضخة إلي أسفل البرج حيث يجمع بعد مروره علي سطح منخلي ويجمع في خزان العصير الخام .
- أثناء صعود الشرائح لأعلي البرج بواسطة حزام حلزوني فإنها تقابل من الأعلي تيارا من الماء النقي تصل درجة حرارته لحوالي 70-75 درجة مئوية ورقم pH يتراوح بين 5.5 إلي 6.0 .
- بعد إتمام عملية الإنتشار تخرج شرائح البنجر من فتحة سفلية في جهاز الإستخلاص.
- تنقل الشرائح بعد استخلاص العصير السكري منها إلي وحدة الكبس أو العصر حيث تكبس الشرائح فيخرج منها عصير سكري نسبة السكر فيه منخفضة وتخرج الشرائح المكبوسة من الطرف السفلي . تتراوح نسبة الماء في الشرائح المكبوسة بين 6-8% فقط وتستعمل شرائح البنجر المكبوسة كعلف حيواني .

3.5- العوامل التي تؤثر علي كفاءة عملية الإستخلاص

يؤثر علي كفاءة عملية استخلاص العصير السكري من شرائح البنجر عوامل عديدة أهمها:

1.3.5- درجة حرارة الإستخلاص : تتراوح درجات حرارة الإستخلاص المناسبة بين 75-80 درجة مئوية حيث تؤدي هذه الدرجات إلي إنكماش ألياف خلايا البنجر كما تغير من تركيب غشاء الخلية بحيث تتضح مابداخلها من سوائل ، كما تساعد علي سرعة الإنتشار .

2.3.5- كمية الماء المستخدم في عملية الإستخلاص : تعتمد كمية الماء المستخدمة في عملية الإستخلاص عدة عوامل أهمها : مساحة سطح الشرائح وسمكها .. درجة حرارة وسط الإنتشار - فترة الإنتشار - مقدار السكر في خلايا البنجر - نقاوة العصير المستخلص . وتقاس كفاءة عملية الإستخلاص بمقدار كمية العصير الخام المستخلص من البنجر . وتحسب نسبة العصير المستخلص من المعادلة التالية :

$$\frac{\text{وزن العصير المستخلص}}{\text{وزن البنجر}} \times 100$$

فكلما زادت مساحة سطح الشرائح وقل سمكها ، وارتفعت درجة حرارة وسط الإنتشار ، وزادت فترة الإنتشار ومقدار السكر في خلايا البنجر قلت كمية الماء اللازم لعملية الإستخلاص .

3.3.5- فترة الإنتشار : يقصد بفترة الإنتشار المدة الزمنية التي تبقي فيها شرائح البنجر في تماس مع محلول الإنتشار وبزيادة هذه المدة يزداد مقدار السكر في العصير تدريجيا ويتساوي تركيزه في كل من الشرائح وعصير البنجر . وتستغرق عملية الإنتشار حوالي 60 دقيقة ، وبزيادة فترة الإنتشار تقل سرعة الإنتشار من شرائح البنجر والعصير الخارجي وتزداد نسبة المواد غير السكرية .

4.3.5- سمك شرائح البنجر : يؤدي نقص سمك شرائح البنجر إلي زيادة مساحة سطحها فتزيد كفاءة الإستخلاص ويفضل أن تكون أطوال الشرائح أكبر من 5 سم حيث تؤدي الشرائح الصغيرة التي تقل عن 1 سم لعرقلة سير العصير أثناء الإستخلاص .

5.3.5- ماء الإنتشار Diffusion water : يشترط في الماء الذي يستخدم في عملية الإنتشار أن يكون نقيا صافيا خاليا من المواد الذائبة التي تؤثر علي عملية

الإستخلاص كالأملاح القلوية التي يؤدي وجودها لإعاقة عملية التبلور ويزيد من فاقد السكر في المولاس . وقد تجري عمليات تنقية علي المياه قبل إستخدامها في عملية إستخلاص العصير السكري من البنجر حتي لاتؤثر علي صفات السكر الناتج . كما ويفضل أن يكون pH الماء في الإتجاه الحامضي في حدود من 5.5 - 6.0 .

6- ترويق عصير البنجر :

يستخدم الجير الحي (CaO) في ترويق عصير البنجر كما هو الحال في عصير القصب حيث يعتبر من أفضل المواد لفعاليته ورخص ثمنه وسهولة إزالته من العصير . وتهدف عملية الترويق لإزالة وترسيب جميع المكونات غير السكرية بحيث يتبقي منها في العصير أقل نسبة ممكنة . يضاف الجير الحي إلي عصير البنجر بنسبة 1 الي 2% فتحدث تفاعلات تؤدي إلي تكوين رواسب نتيجة تفاعلات أيونية أو تفاعلات عروية . تؤدي التفاعلات الأيونية إلي معادلة حموضة العصير وتكوين أملاح الكالسيوم غير الذائبة وتكون هذه التفاعلات بسيطة وسريعة أما التفاعلات العروية فتشمل تخثر المكونات البروتينية وترسيب البكتين والمركبات المشابهة حيث يصل رقم pH العصير بعد اضافة الجير الحي لمدي يتراوح بين 10.6 - 11.0 وهو الوسط المناسب لتجمع البروتينات وتخثرها وترسيب البكتينات .

وتتباين درجات الحرارة والزمن في مصانع السكر المختلفة حيث تتراوح بين 35 إلي 70 درجة مئوية وكلما إرتفعت درجة الحرارة قل الزمن اللازم لعملية الترويق وبذلك يتراوح زمن الترويق من 23 إلي 7 دقائق على التوالى.

ويمكن إضافة الجير الحي دفعة واحدة أو إضافته علي عدة دفعات ، فإضافته علي دفعات تعطي الفرصة بدرجة أكبر لتعادل شحنات المكونات البروتينية الضرورية . لذلك تجري بعض المصانع عملية الترويق علي مرحلتين وهما :

1.6- الترويق الأولي Preliming

وتتضمن هذه العملية إضافة كمية معينة من الجير الحي لمعادلة الوسط الحامضي في العصير وترسيب المكونات البروتينية والبكتينية . ويتراوح مقدار الجير الحي المضاف بين 0.2 - 0.3% وتختلف هذه النسبة مع طبيعة عصير البنجر ويتم تحديدها في المعمل علي عينة من عصير البنجر .

2.6- الترويق الرئيسي Main liming

ويقصد بالترويق الرئيسي إضافة كمية أخري من الجير الحي بعد إتمام مرحلة الترويق الأولي التي تعمل علي معادلة حموضة العصير وترسيب البروتينات والبكتينات علي هيئة أملاح كالسيوم ، فبزيادة الجيرالحي تزداد قاعدية العصير وتصل قيمة الـ pH من 10.6 إلي 11 وهو الوسط المناسب لتكتل المكونات الغروية العالقة وتكوين المعقدات البروتينية والبكتينية والتي أثناء ترسيبها تحجز بين جزيئاتها نسبة أخري من المركبات العالقة . ويمكن في عملية الترويق الرئيسي إضافة الجير الحي أو الجير المطفأ سواء علي دفعات أو قد يضاف دفعة واحدة .

7- عملية الكربنة الأولي First carbonation process

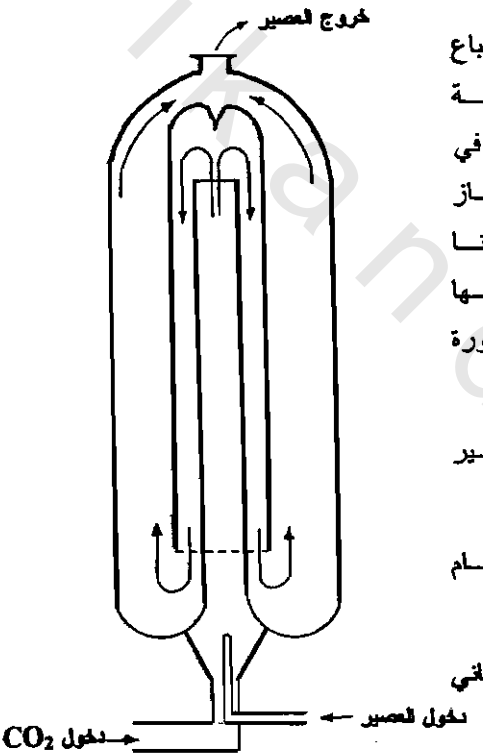
تهدف عملية الكربنة الأولي (الإشباع بغاز ثاني أكسيد الكربون CO_2) إلي إزالة الكمية الزائدة من أكسيد الكالسيوم المستعمل في ترسيب المكونات غير السكرية بواسطة غاز CO_2 الذي يتحد مع أكسيد الكالسيوم مكونا كربونات كالسيوم غير ذائبة يمكن فصلها بالترشيح . ولإجراء عملية الكربنة بصورة مرضية يجب أن يؤخذ في الإعتبار مايلي :

1.7- ضرورة توزيع الغاز في العصير بصورة متجانسة

2.7- زيادة ضغط الغاز داخل العصير لاتمام التفاعل

3.7- إطالة زمن صعود فقاعات غاز ثاني أكسيد الكربون

4.7- التحكم في درجة الحرارة في حدود 85-90 درجة مئوية



شكل(8.1): مرجل الكربنة الأولي بغاز CO_2

وتجري عملية الكربنة الأولي في مرجل عمودي (شكل 8.1) يدخل فيه كل من الغاز والعصير من فتحة أسفل المرجل وبإتجاه واحد حيث تنخفض قاعدية العصير إلي حوالي 0.15% أكسيد كالسيوم وتستهلك هذه المرحلة كمية كبيرة من الغاز . وفي مرحلة الكربنة الأولي لايظهر راسب كربونات الكالسيوم بسرعة حيث يبقي ذائبا أو معلقا نسبيا في العصير . ويجب توزيع الغاز وضبط كميته بطريقة مناسبة حيث تؤدي زيادة نسبة الغاز إلي تحويل كربونات الكالسيوم غير الذائبة إلي بيكربونات كالسيوم ذائبة مما يعيق من عملية التخلص من نسبة كبيرة من الجير في صورة كربونات كالسيوم بعد الكربنة الأولي.

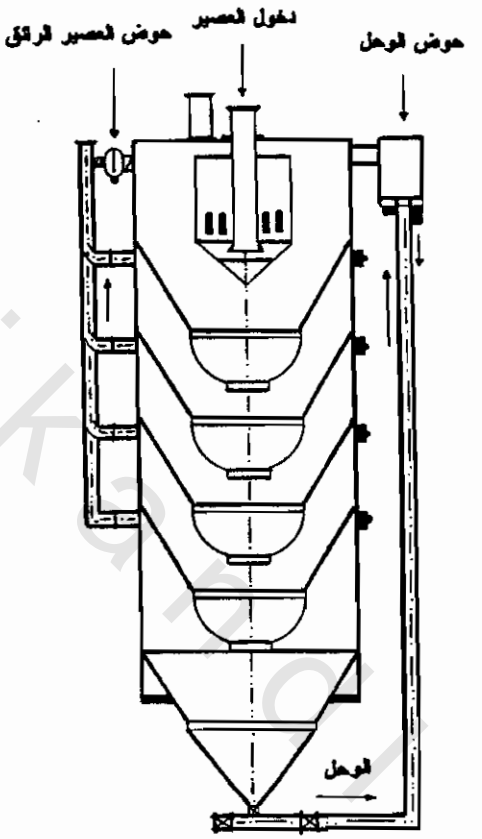
8- عمليتي الترويق والترشيح :

يتم فصل المكونات غير الذائبة المتكونة بعد عملية الكربنة الأولي بإجراء عمليتي ترويق وترشيح .

1.8- عملية الترويق

توجد عدة تصميمات لأجهزة الترويق يتكون أحدها من برج إسطواني ذي نهاية مخروطية وينقسم البرج الإسطواني إلي عدد من الغرف المخروطية (شكل 9.1) . ويفضل في عملية الترويق أن يكون دخول العصير من أعلي البرج وخروجه من أسفل دون إستخدام مضخات لسحب أو دفع العصير مما يؤدي لتولد تيارات داخل العصير تعيق من عملية الترويق والترسيب وتجعل الرواسب في صورة معلقة .

ويؤدي إجراء عملية الترويق قبل الترشيح إلي الإقتصاد في إستهلاك أقمشة الترشيح كذلك يقل إستهلاك ماء التحلية الذي يستعمل في غسل الطبقة المترسبة في المرشحات لإستخلاص السكر منها كما سيذكر فيما بعد . ويوضح شكل (9.1) أحد أجهزة ترويق عصير البنجر السكري بعد إجراء عملية الكربنة الأولي وقبل إجراء عملية الترشيح .



شكل (9.1) : برج ترويق عصير البنجر السكري بعد إجراء عملية الكربنة الأولي

2.8- عملية الترشيح :

يرسل العصير بعد الترويق إلي وحدة الترشيح ويفضل في تصميم المصنع أن تطـو وحدة الترويق وحدة الترشيح بحيث يهبط العصير السكري ذاتيا بهدوء إلي وحدة الترشـيح دون إثارة تيارات دوامية تعيد تعكير العصير . وتعتمد كفاءة عملية الترشيح علي :

1.2.8- حجم الدقائق الصلبة في العصير ، فالدقائق الكبيرة تسهل عملية الترشيح بعكس الدقائق الناعمة التي تسد مسامات المرشح وتعيق العملية .

2.2.8- سمك الطبقة المترسبة علي سطح المرشح : فكلما زادت تبطيء عملية الترشيح.

3.2.8- لزوجة العصير: كلما زادت لزوجة العصير تقل كفاءة عملية الترشيح لذلك يفضل أن تكون درجة حرارة العصير السكري مرتفعة نسبيا لخفض لزوجة العصير .

4.2.8- درجة حرارة العصير السكري .

5.2.8- الضغط الواقع علي المرشح : كلما زاد الضغط الواقع علي المرشح زادت سرعة الترشيح إلا أن زيادة الضغط تؤدي إلي زيادة إحتمال تسرب الدقائق الناعمة من المرشح كما تؤدي لسرعة إستهلاك أقمشة الترشيح .

ويتكون جهاز الترشيح بوجه عام من إطارات متوازية تغطي بقماش الترشيح الذي يضخ خلاله العصير تحت ضغط عالي (2-3 جوي) وبعد ترشيح كمية معينة من العصير السكري تتراكم طبقة من الراسب علي سطح أقمشة الترشيح وتقل نتيجة لذلك سرعة الترشيح بل وقد يتغير في الوقت نفسه لون الراشح ويصبح غير رائق ، وعند الوصول لذلك ، يغلق صمام دخول العصير ويدفع العصير الباقي إلي الخارج بواسطة تيار من الهواء المضغوط أو البخار . وتبدأ بعد ذلك عملية غسيل الطبقة المترسبة بالماء الدافيء (40-45 درجة مئوية) لأنها تحتوي علي كمية معينة من السكر ثم يضاف ماء الغسيل إلي العصير الرائق . وبعد عملية الغسيل تفتح الإطارات وتنظف الأقمشة من المواد المترسبة ومن ثم ترسل إلي الغسالات لتنظيفها وإستعمالها مرة أخري .

9- عملية الكربنة الثانية Second carbonation process

يدخل العصير المرشح رائقا قبل دخول وحدة الكربنة الثانية حيث يعامل مرة ثانية بغاز ثاني أكسيد الكربون لتحقيق هدفين رئيسيين :

1.9- تحويل بقايا هيدروكسيد الكالسيوم المذاب في العصير بعد الكربنة الأولي إلي كربونات كالسيوم $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$.

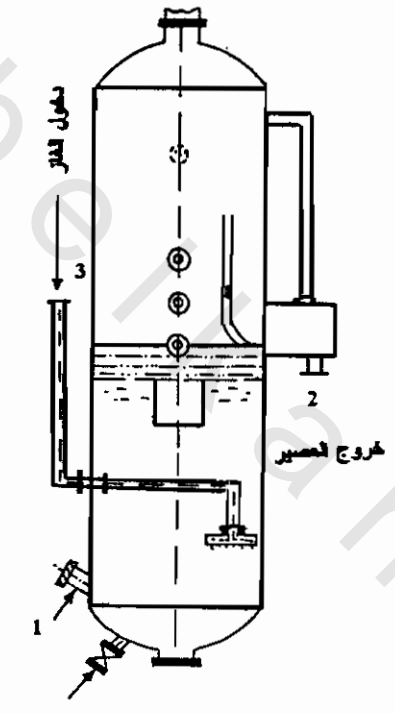
2.9- تحويل بـــاقي الهيدروكســيدات القلوية الذائبة خاصة هيدروكسيد البوتاســيوم إلي كربونات

$$2KOH + CO_2 \rightarrow K_2CO_3 + H_2O$$

ويحتوي عصير البنجر علـــي قلويـــة طبيعية ترتبط بنوعية البنجر ويكون مصـــدر هذه الأملاح القلوية هو التربة وتنتقـــل هـــذه الإملاح القلوية لجذور البنجر أثناء نموها .

وتجري عملية الكربنة الثانية في أبراج يدخل إليها من أسفل كل من الغاز والعصـــير (شكل 10.1) .

وبعد تمام الكربنة الثانية يتـــم ســـحب العصير إلي وحدتي ترشيح لإتمـــام عمليـــة الترشيح (أنظر شكل 17.1 عن خـــط ســـير العمليات الصناعية في أحد مصـــانع إنتـــاج السكر من البنجر) وفصل كافة البقايا الصلبـــة خاصة بعد عملية الكربنـــة الثانيـــة (شـــكل 10.1) .



شكل (10.1): مرجل الكربنة الثانية بغاز CO_2

10- التبادل الأيوني Ion exchange

قد تستعمل المبادلات الأيونية في صناعة السكر بعـــد عمليـــات التنقيـــة والـــترويق والإشباع حيث يحتوي العصير المخفف علي نسبة زائدة من أيونات الكالسيوم التي تســـبب مشاكل في وحدات التبخير والطبخ وإنتاج المولاس .

ويعبأ المبادل الأيوني براتنجات قد تحمل مجاميع حامضية كالسلفونيل أو الكربوكسيل وعندئذ تعرف براتنجات التبادل الأيوني الموجب Cation exchange resin وبراتنجات تحمل مجاميع قاعدية كالمجاميع الأمينية أو الهيدروكسيلية فتعرف براتنجات التبادل الأيوني السالب Anion exchange resin . وتزيل راتنجات التبادل الأيوني الموجب الأيونات الموجبة كالكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم ، وتزيل راتنجات التبادل الأيوني السالب الأيونات السالبة كالكلوريد والكبريتات ... الخ .

وهناك مركبات توجد في الطبيعة وغير مخلقة يمكن إستخدامها في المبادلات الأيونية مثل الـ Zeolite (خليط من أكاسيد الصوديوم والألومنيوم والسليكون) .

11- قصر اللون بواسطة ثاني أكسيد الكبريت SO_2 :

بعد عمليات التنقية والترويق والكربنة والتبادل الأيوني يصبح لون العصير أصفر ذهبي وتبلغ درجة نقاوته من 92-94% . وتعتمد درجة نقاوة البنجر علي طبيعة البنجر وجودته وكيفية سير المعالجات الكيميائية والفيزيائية . وحقيقة تبدأ عملية ازالة الألوان في أجهزة التبادل الأيوني وتستكمل بإستخدام غاز SO_2 (انظر شكل 17.1).

تجري عملية ازالة الألوان بواسطة غاز SO_2 في وحدة أنبوبية الشكل طولها حوالي مترين (شكل 17.1) حيث يمرر العصير الرائق في هذه الوحدة ويضخ معه تيار من غاز SO_2 . وعندما تكون هناك أملاح من الكالسيوم في العصير يتفاعل معها غاز SO_2 مكونا كبريتيت الكالسيوم الذائب والذي يؤدي لتكوين رواسب علي مراجل التبخير لذا ينصح بإجراء عمليتي التبادل الأيوني لإزالة أيونات الكالسيوم ثم قصر اللون بثاني أكسيد الكبريت.

12- تبخير الماء من العصير الرائق لتركيزه

بعد إنجاز عمليات الإستخلاص والتنقية والترويق والكربنة يكون تركيز عصير البنجر المخفف في حدود من 12 إلي 15% بمتوسط حوالي 14% مع درجة نقاوة تتراوح بين 92 إلي 94% . ويكون لونه في الظروف الطبيعية أصفر فاتح رائق . ويحصل من كل 100 كجم من البنجر علي حوالي 115-130 كجم من العصير . ولبدء الحصول علي

بللورات السكر يجب زيادة تركيز العصير إلي حوالي 65 بركس ويحتاج ذلك لتبخير كميات كبيرة من الماء من العصير . ولحساب كمية الماء اللازم تبخيرها من العصير لمعرفة أهمية إرتفاع كفاءة المبخرات إلي أقصي حد ممكن لانجاز العملية في وقت معقول نفترض المثال التالي :

* إذا إفترضنا أن مقدار مايستهلكه المصنع حوالي 1500 طن من البنجر يوميا يصبح مقدار العصير الخام الناتج بعد كافة العمليات السابق الإشارة إليها بما فيها غسيل راسب المرشحات بالماء النقي حوالي 1500 × (130/100) = 1950 طن بمتوسط تركيز حوالي 14 بركس . وللحصول علي عصير مركز بتركيز حوالي 65 بركس يمكن حساب الماء اللازم تبخيره من المعادلة :

$$W = J\,[1 - (Sj/Sc)]$$

حيث W = كمية الماء اللازم تبخيرها من العصير

J = كمية العصير المخفف (1950 طن في هذا المثال)

Sj = % للمواد الصلبة في العصير المخفف (حوالي 14%)

Sc = % للمواد الصلبة في العصير المركز (65%)

وبالتعويض بالقيم السابقة في المعادلة :

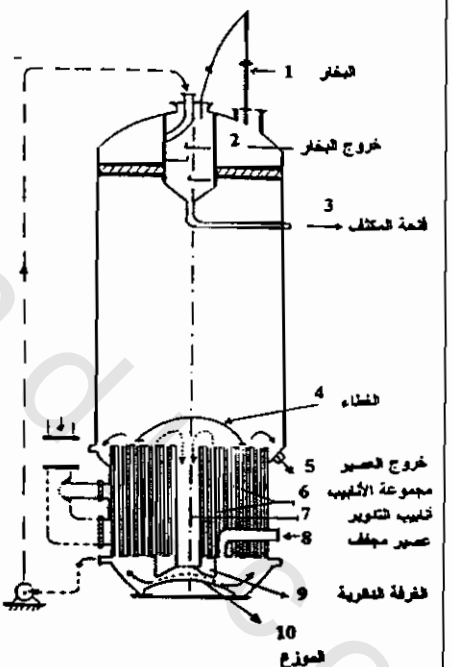
$$W = 1950\,[1 - (14/65)]$$
$$= 1530 \text{ Tons}$$

ولتبخير كمية من الماء مقدارها 1530 طن يحتاج المصنع إلي مبخرات بمستوي كفاءة عالي يمكنها تبخير هذه الكمية مع الإقتصاد في الطاقة الحرارية اللازمة لذلك .

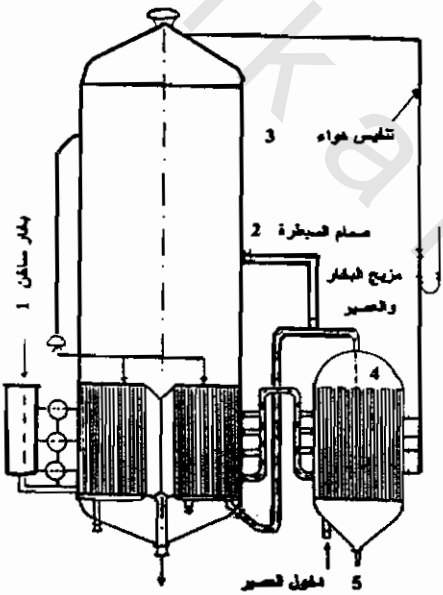
ولتبخير هذا القدر من الماء في المبخرات تتم عادة هذه العملية علي عدة مراحل تبدأ في المبخر الأول بالبخار القادم من وحدة الطاقة المركزية علي حوالي 130 درجة مئوية ثم يسخن المبخر الثاني بالبخار الخارج من المبخر الأول ويسخن المبخر الثالث بالبخار القادم من المبخر الثاني وهكذا تتوالي العملية حتي تصل درجة الحرارة في المبخر الأخير إلي حوالي 70 درجة مئوية ويسمح التفريغ في هذا المبخر بتبخير ماء العصير المركز علي هذه الدرجة من الحرارة .

1.12- تصميم المبخرات :

• توضح الأشكال (11.1 ، 12.1، 13.1) ثلاث تصميمات مختلفة للمبخرات حيث يمثل الشكل (11.1) نموذجا من مبخرات السير المباشر التي تعتمد علي عدم مزج العصير المخفف مع العصير المركز وتحتوي هذه المبخرات علي عدد كبير من أنـــابيب التبـــادل الحراري بين البخار الساخن والعصير لإسراع عملية تسخين العصير وتبخير مـــاءه فـــي وقت مقبول .



شكل (11.1) : مبخر السير المباشر

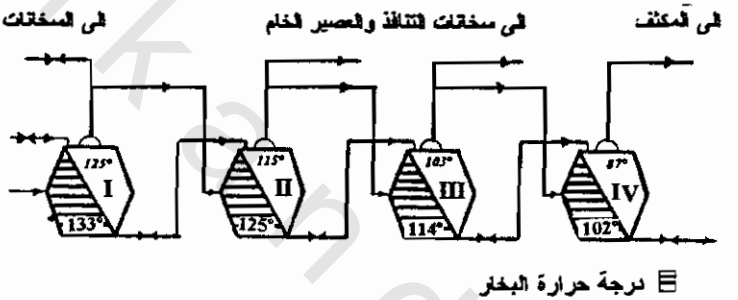


شكل (12.1): المبخر الثاني(مبخر كلاسن)

• أما الشكل (12.1) فيمثل تصميما لمبخر يعرف بمبخر كلاسن وهو عبـــارة عـــن مبخرين مرتبطين ببعضهما ينتج من المبخر الجانبي الصغير مزيجا من البخار والعصـــير الذي يدفع من تحت الغرفة الساخنة إلي المبخر الثاني الرئيسي . وعن طريق صمام فـــي

المبخر الكبير يمكن السيطرة علي سرعة تدفق مزيج البخار والعصير (صمام السيطرة) وضبط درجات حرارة دخول العصير بعد التسخين الأولي في المبخر الأول (الصغير الحجم) حيث يتدفق العصير إلي المبخر الثاني (كبير الحجم) فينخفض الضغط علي العصير ويزداد معدل التبخير .

• وعندما يكون معدل إنتاج مصنع السكر كبير ويستهلك حوالي 1500 طن من البنجر أو أكثر في اليوم لإنتاج السكر (كما هو الحال في مصنع سكر البنجر بكفر الشيخ) فتستخدم المبخرات متعددة المراحل (شكل 13.1) .



شكل (13.1) : رسم تخطيطي يوضح توزيع درجات حرارة بخار التسخين والعصير بمختلف مراحل تركيزه في مبخر متعدد المراحل .

2.12- تشغيل المبخرات :

• وتعمل عادة المبخرات متعددة المراحل بفتح الصمام بين المكثف والمبخر الأخير فيحدث هبوط للضغط وينخفض ثم تفتح صمامات تنفيس الهواء والغازات .

• نتيجة التفريغ الحادث في المبخر الأول يسحب العصير وعندئذ يسمح بدخول البخار الساخن إلي غرفة التسخين بفتح صمام البخار الساخن في المبخر الأول ... وينتقل العصير إلي المبخرات التالية علي أساس تركيز العصير في كل مبخر حيث يزداد تباعاً في إتجاه المبخر الأخير .

• عند وصول العصير المركز للتركيز المطلوب (حوالي 65 بركس) في المبخر الأخير يسحب منه بواسطة مضخة ... ويؤدي سحب هذا الجزء من العصير المركز إلي إنخفاض الضغط في المبخر الأخير فيسحب بالتالي جزء من الشراب الأقل تركيزا من المبخر السابق له وهكذا تستمر العملية حتي يقل تركيز العصير في المبخر الأول فيسحب كمية من العصير الخام (تركيز 14%) وهكذا تصبح العملية مستمرة .

• ويلاحظ من الشكل (13.1) إنخفاض درجة الحرارة تدريجيا بين مختلف المبخرات وكذلك ضغط البخار الساخن ففي المبخر الأول يكون ضغط البخار الساخن متراوحا بين 2.6-3.5 ضغط جوي ويكون متوسط درجة حرارته حوالي 133 درجة مئوية وتنخفض درجة حرارة البخار الساخن في المبخر الثاني لتصبح 125 درجة مئوية ثم في الثالث 114 درجة مئوية وفي الرابع 102 درجة مئوية أما درجة حرارة العصير فتكون بالطبع أقل من درجة حرارة البخار فتكون في المبخر الأول حوالي 125 درجة مئوية وتنخفض تدريجيا لتصبح 115 ، 103 ، 87 درجة مئوية (في المبخر الرابع) .

3.12- اقتصاديات استهلاك الطاقة في مصانع السكر

• يؤدي إرتباط المبخرات ببعضها للإستفادة القصوي من البخار الساخن المركزي الذي يدخل المبخر الأول ... كما يمكن أيضا الإستفادة من بخار الماء الساخن المتبخر من العصير في مختلف مراحل التبخير وفي عمليات التسخين في العمليات الأخري بالمصنع وذلك للإقتصاد في إستهلاك الطاقة بالمصنع .

• ويمكن بوجه عام توفير الطاقة المستهلكة في تشغيل مصانع السكر بإتباع الإرشادات التالية علي سبيل المثال لا الحصر :

1.3.12- إستغلال حرارة الماء المتكثف في وحدة التبخير من خلال المبادلات الحرارية فمثلا إذا سخن العصير الخام إلي درجة 35 درجة مئوية بواسطة حرارة الماء المتكثف يمكن التوفير في كمية البخار المستهلك بمقدار 60 كجم بخار/1 طن من البنجر .

2.3.12- إستغلال المحتوي الحراري لبخار الطبخ في عمليات التسخين .

3.3.12- إستغلال حرارة الماء الذي يستغل في إستخلاص السكر بالإنتشار (التنافذ) .

4.3.12- منع تسرب الحرارة بتغطية مواسير إنتقال البخار والمعدات بمواد عازلة للحرارة خاصة أن معظم مراحل إنتاج السكر من البنجر في مصر تتم خلال الشتاء .

5.3.12- تقليل الإحتكاك بين تيار البخار والأنابيب ويفضل أن تكون سرعة تيار البخار في الأنابيب في حدود 10-15 م/ث ، وبين 20-25 م/ث لبخار التغذية المركزية .

6.3.12- الإقتصاد في إستغلال بخار التغذية الرئيسية (البخار القادم من وحدة توليد البخار) والتركيز علي إستخدام حرارة أبخرة وحدة التبخير والماء المتكثف فيها.

7.3.12- يجب سحب الغازات المتكونة في المبخرات أولا بأول لخفض الضغط فتنخفض درجة حرارة تبخير العصير وتقل الطاقة المستهلكة .

4.12- مواصفات العصير المركز بعد التبخير :

فيما يلي أهم المواصفات التي يجب توافرها في العصير المركز الخارج من المبخرات وقبل إستكمال عمليات الطبخ والبللورة :

1.4.12- يجب أن تكون قيمة pH العصير المركز بعد التبخير في حدود 7.5-8.5 . حيث تؤدي زيادة رقم الـ pH في إتجاه القاعدية إلي تكوين رغوة وزيادة فترة الطبخ التي تؤدي بدورها إلي زيادة تكوين المواد الملونة في العصير مما يجعل الحصول علي بللورات سكر نقية وبيضاء صعبا للغاية . أما عندما يكون الـ pH حامضيا فإن ذلك يؤدي لتحلل السكروز وتكوين السكريات الأحادية غير المرغوب تكوينها مع زيادة الفاقد .

2.4.12- يجب أن تكون نقاوة العصير المركز عالية ... حيث يؤدي وجود نسبة أعلي من المواد غير السكرية لزيادة لزوجة العصير وصعوبة الطبخ .

3.4.12- يجب أن يكون تركيز العصير بعد المبخرات من 60 إلي 65 بركس .

4.4.12- يجب أن يكون العصير المركز رائقا وخاليا من المكونات الغروية .

13- الطبخ والتبلور Cooking and Crystallization

1.13- الطبخ :

تجري عملية طبخ تحت تفريغ للعصير المركز بعد عملية تبخير الماء منه والوصول بتركيزه إلي 65 بركس . والغرض من عملية الطبخ تحت تفريغ (600 مم زئبق) أن يفقد العصير المركز جزء إضافي من مائه يبلغ حوالي 8-10% . وعند تبريد هذا العصير المركز المطبوخ يصل لحالة فوق التشبع بالسكر فتبدأ بللورات السكر في الإنفصال .

وبعد تمام الطبخ يسحب العصير المركز فوق المشبع الساخن إلي حوض التبلور ثم ينظف مرجل الطبخ جيدا بواسطة تيار من البخار الرطب أو رذاذ الماء الساخن لإزالة آثار السكر الملتصق بالجدر حتي لاتكون نواة لتكوين بللورات كبيرة داخل مرجل الطبخ ويضاف الماء المتكثف والمذاب فيه السكر بعد غسيل هذه الأوعية بأقل كمية ماء ممكنة إلي العصير المطبوخ .

وتتكون مراجل الطبخ تحت تفريغ عادة من قسمين رئيسيين : غرفة الطبخ ، غرفة التسخين . وتجري عملية الطبخ عادة علي ثلاث أنواع من العصير المركز وهي :

1- العصير المركز الخام (65 بركس) القادم من وحدات التبخير (أ) .
2- العصير المركز (ب) بعد فصل بللورات السكر من "أ" بأجهزة الطرد المركزي
3- العصير الأخضر (جـ) وهو الراشح الناتج بعد إعادة طبخ (ب) وفصل بللورات السكر منه .

ويمكن تحديد سعة مراجل الطبخ من المثال التالي :

• إذا ماكان إستهلاك المصنع حوالي 1500 طن من البنجر يوميا تنتج كميات من صور العصير المركز المشار اليها كما يلي :

- كمية العصير المركز الخام "أ" تعادل حوالي 33% من وزن البنجر المستهلك يوميا في المصنع .
- وتشكل كمية العصير المركز (ب) (بعد فصل بللورات السكر من أ) حوالي 15% من وزن البنجر .
- أما كمية العصير الأخضر (جـ) فتمثل حوالي 6.5% من وزن البنجر .

• وبذلك تكون سعة مراجل الطبخ اللازمة للعصير المركز البكر (أ) حوالي 1500 × (33/100) = 495 طن /24 ساعة .

• أما سعة مراجل طبخ العصير المركز "ب" فتبلغ حوالي 1500 × (15/100) = 225 طن / 24 ساعة .

• وتبلغ سعة مراجل طبخ العصير الأخضر "جـ" حوالي 1500 × (6.5/100) = 97.5 طن / 24 ساعة .

وتستغرق فترة طبخ العصير المركز (أ) تحت تفريغ (600 مم زئبق) حوالي 6 ساعات (وفي المصانع الحديثة أمكن خفض المدة عن ذلك) لذلك يمكن إجراء الطبخ علي 4 دفعات خلال الـ 24 ساعة فتكون السعة المطلوبة للمراجل = 495 × (6/24) = حوالي 124 طن / 6 ساعات .

ويمكن تقسيم هذه الكمية علي 3 مراجل سعة الواحد منها حوالي 40–45 طن .

• أما العصير المركز (ب) فيستغرق طبخه فترة أطول من العصير المركز (أ) إذ يستغرق طبخه بين 8–10 ساعات بمتوسط تقريبي حوالي 9 ساعات فتكون السعة المطلوبة لمراجل طبخ العصير المركز (ب) 225 × (9/24) = حوالي 84 طن . ويمكن أيضا تقسيمها علي مرجلين سعة الواحد منها حوالي 45 طن أيضا .

• أما العصير الأخضر (جـ) فيحتاج لحوالي 16 ساعة للطبخ فتكون السعة المطلوبة للمراجل 97.5 × (16/24) = 65 طن . ويمكن تقسيمها علي مرجلين سعة الواحد حوالي 35 طن .

ويجب توفر الشروط التالية أثناء عملية طبخ الصور المختلفة للعصير المركز المشار إليها سابقا :

1- أن يكون العصير فوق المشبع أثناء الطبخ في حالة حركة مستمرة مع البللورات .

2- أن تكون درجة حرارة الطبخ مناسبة في حدود 80 – 85 درجة مئوية ... وتؤدي زيادة درجة الحرارة عن ذلك لتحلل السكروز وزيادة الفاقد وإعاقة ظهور البللورات .

3- أن تتم عملية الطبخ تحت تفريغ بحيث يكون الضغط داخل مراجل الطبخ في حدود 600 مم زئبق .

4- يجب ألا يخفف العصير المركز أبدا أثناء الطبخ وأن يظل دائما في حالة فوق التشبع وأن تكون درجة فوق التشبع بين 1.2 إلي 1.3 .

5- أن تكون لزوجة العصير أقل مايمكن لتسمح بسهولة تكوين البللورات بعد ذلك .

2.13- التبلور

بعد تمام الطبخ يسحب العصير المركز الساخن (80-85 درجة مئوية) فوق المشبع إلي حوض التبلور . وتعتبر عملية التبلور من العمليات الهامة في فصل المواد الصلبة المذابة من محاليلها ، وتتضمن العملية ثلاث خطوات متوالية أساسية :

1- الوصول لحالة فوق التشبع Supersaturation
2- تكوين الأنوية البللورية
3- نمو الأنوية إلي بللورات

ويمكن الوصول لحالة فوق التشبع بالتبخير ، أو التبريد (فيقل معدل ذوبان السكر) ، أو بإضافة عامل الترسيب . ويتم عادة في مصانع السكر الوصول لحالة فوق التشبع وبدء تكوين البللورات بإضافة بللورات سكر ناعمة تعرف بالبذرة Seeding مع إجراء عملية تبريد ، ذلك لأنه في المحلول فوق المشبع الذي لاتضاف إليه بللورات يكون تأثير التبريد سريعا وفي هذه الحالة لايمكن السيطرة علي عملية تكوين الأنوية ونموها بالمعدلات المرغوبة .

ويمكن التعبير عن درجة فوق التشبع بالعلاقة التالية :

$S = C/C_1$ حيث S = درجة فوق التشبع

C = تركيز المحلول السكري

C_1 = تركيز المحلول المشبع عند نفس درجة الحرارة

وعندما تصبح درجة فوق التشبع (S) أقل من 1 فإن ذلك يعني أن المحلول السكري لم يصل بعد لدرجة التشبع ، وعندما تكون S أكبر من 1 دل ذلك علي قابلية المحلول لتكوين بللورات . وتعتبر درجة فوق التشبع مقياسا لمعرفة طبيعة محلول السكر .

وتقدر قابلية السكر للذوبان (L) في درجة حرارة معينة ... بمقدار السكر المذاب (Z) في حجم أو وزن معين من الماء (W) وتحسب هذه القابلية من النسبة $L = Z/W$.

ويوضح الجدول (3.1) أن قابلية ذوبان السكر في الماء تزداد بارتفاع درجة الحرارة فمثلا عند 80 درجة مئوية يذوب 3.8 جم من السكر في 1 جم من الماء وبإنخفاض درجة الحرارة إلي 20 درجة مئوية تكون كمية السكر المذاب 2.01 جم فقط للوصول لدرجة التشبع .

جدول (3.1): كمية السكر (بالجرام) المذاب في 1 جرام من الماء (للتشبع) عند درجات حرارة مختلفة .

درجة الحرارة (م)	كمية السكر المذاب (جم)	درجة الحرارة (م)	كمية السكر المذاب (جم)	درجة الحرارة (م)	كمية السكر المذاب (جم)
20	2.01	45	2.50	65	3.11
25	2.09	50	2.62	70	3.31
30	2.18	55	2.77	75	3.54
35	2.28	60	2.93	80	3.80
40	2.38	60	2.93	80	3.80

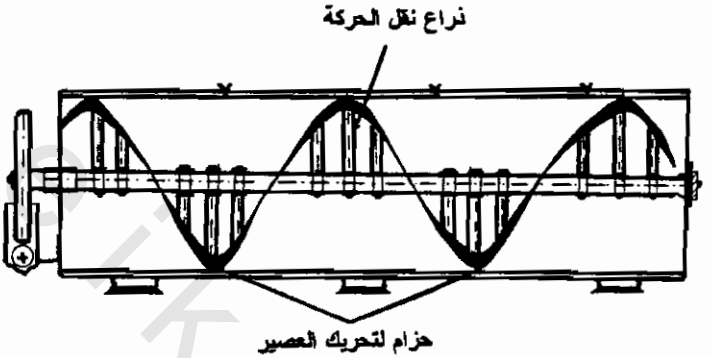
فإذا ماتم تبريد محلول سكري مشبع عند 80 درجة مئوية إلي 20 درجة مئوية علي سبيل المثال (من الجدول السابق) يمكن بلورة حوالي (3.8-2.01) 1.79 جم من السكر وتكون درجة فوق التشبع $S = C/C_1 = 3.8/2.01 = 1.89$.

وتؤثر علي عملية بلورة السكر في محاليله فوق المشبعة عدة عوامل أهمها وجود مواد غريبة قد تعيق عملية التبلور مثل وجود مادة الكراميل الملونة والتي تتكون أثناء تركيز وتبخير المحلول السكري ، درجة الحرارة ، درجة فوق التشبع ، اللزوجة وتؤثر هذه العوامل منفردة أو مجتمعة علي عملية الذوبان وبالتالي تؤثر علي تكوين الأنوية ونموها أيضا .

1.2.13- أحواض التبلور

يبرد العصير المركز فوق المشبع (أ) في حوض التبلور لفترة حوالي 2-3 ساعات من الرج البطيء والمستمر عند درجة حرارة تتراوح بين 60-65 درجة مئوية

حتي يتم تكوين النويات والبلورات . ويوضح الشكل (14.1) تصميما لنوع من أحـــواض التبلور حيث يحتوي الحوض علي حزام لرج وتحريك العصير المركز فوق المشبع بطريقة تموجية تساعد علي تكوين البللورات .



شكل (14.1): حوض التبريد والتبلور مع حزام لتحريك العصير المركز فوق المشبع

وتوجد في مصانع السكر 3 أنواع من أحواض التبلور والتبريد .

1- أحواض تبريد وتبلور العصير المركز الخام (أ) وتستغرق عملية التبلور فـــي هـــذه الأحواض من 2-3 ساعات .

2- أحواض تبريد وتبلور للعصير المركز "ب" (المعاد طبخه) وتستغرق عملية التبلور فـي هذه الأحواض 6-8 ساعات .

3- أحواض تبريد العصير الأخضر (جـ) المطبوخ . وتستغرق عملية التبلور فـــي هـــذه الأحواض حوالي 70 ساعة .

14- فصل بلورات السكر :

• يتم فصل بللورات السكر من محاليله فوق المشبعة بسحبها من أحواض التـــبريد والتبلور إلي أجهزة الطرد المركزي Centrifuges . وتغسل بلورات الســـكر المتجمعـــة

علي جوانب منخل جهاز الطرد المركزي بالعصير المركز أو الماء الساخن أو البخار ويعرف هذا المحلول السكري الراشح الأبيض . وتعتمد فترة دوران الجهاز علي طبيعة بلورات السكر .

* أما العصير السكري الخارج من أجهزة الطرد المركزي بعد فصل بلورات السكر فيعاد طبخه علي درجة 80 درجة مئوية حتي يصل ثانية لدرجة فوق التشبع (S = 1.25 - 1.30) ثم يبرد العصير المركز (ب) في أحواض التبلور مع المزج لفترة تتراوح بين 6-8 ساعات وحتي تصل درجة الحرارة إلي 50-60 درجة مئوية فيطرد مركزيا لفصل بلورات السكر منه .

* يعرف الراشح (المسكويت) بعد طبخ العصير المركز (ب) وفصل بللورات السكر منه بالعصير الأخضر (جـ) ،الذي ينقل بدوره إلي مراجل طبخ الناتج النهائي . وتكون نقاوة العصير الأخضر منخفضة ويحتاج لمدة طويلة للطبخ قد تصل إلي 16 ساعة إلي أن يصل لدرجة فوق تشبع حوالي 1.6 فيخفف بالماء تدريجيا لتصبح درجة التشبع بين 1.30 إلي 1.35 عند درجة حرارة 60 درجة مئوية .

1.14- أجهزة الطرد المركزي :

يستخدم لفصل بللورات السكر أجهزة طرد مركزي عبارة عن وحدات إسطوانية منخلية مصنوعة من الفولاذ تدور علي محور عمودي وتختلف سعة فتحات المنخل بإختلاف نوعية وحجم بللورات السكر الأبيض أو الأسمر وطبيعة مراحل الإنتاج .

ويمكن حساب عدد أجهزة الطرد المركزي اللازمة لفصل السكر من مختلف أنواع العصير فوق المشبع (أ ، ب ، جـ) .

فإذا عدنا للمثال السابق المفترض فيه أن المصنع يستهلك 1500 طن من البنجر يوميا وكانت كمية العصير المركز (أ) 495 طن عند الطبخ وبعد الطبخ يفقد حوالي 8% فتصبح كميته حوالي 455 طن . وفصل بللورات السكر من هذا العصير المركز المطبوخ (أ) يستغرق أقل من 5 دقائق في جهاز الطرد المركزي فتكون عدد مرات الطرد المركزي في الساعة حوالي 12 مرة . وعادة ماتكون سعة جهاز الطرد المركزي حوالي

0.5 طن ، فتكون عدد أجهزة الطرد المركزي المطلوبة لإنتاج السكر الأبيض من العصير فوق المشبع (أ) =

$$\frac{455}{\text{سعة الوحدة (0.5 طن)} \times 12 \text{ مرة في الساعة} \times 22 \text{ ساعة تشغيل في اليوم}}$$

= حوالي 3.4 وحدات أي 4 وحدات سعة الوحدة 0.5 طن .

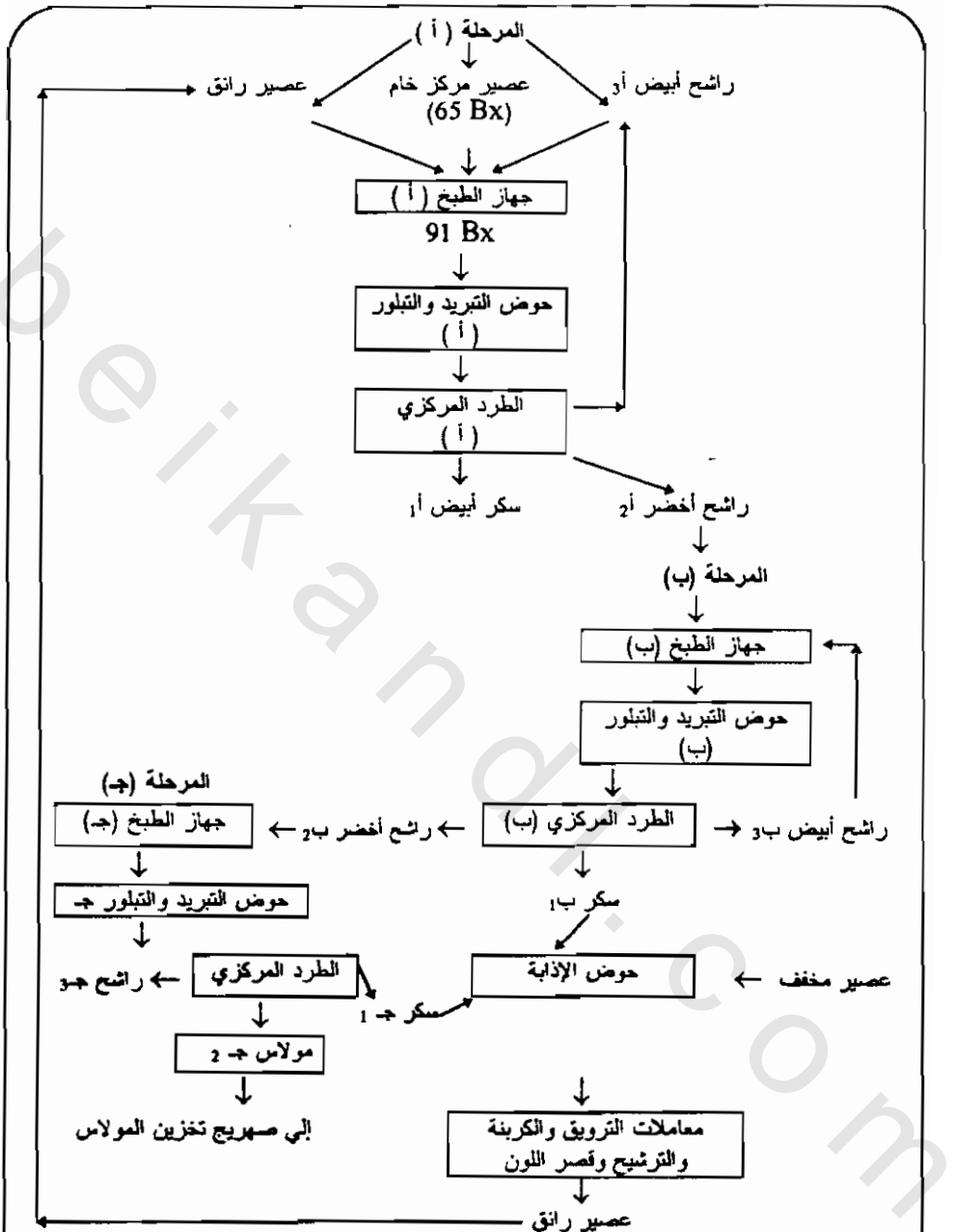
ويمكن بنفس الطريقة حساب عدد أجهزة الطرد المركزي اللازمة للعصير المركز (ب) وللعصير الأخضر (جـ) ، وتجدر الإشارة إلي صعوبة فصل بللورات السكر من العصير الأخضر (جـ) فوق المشبع ولذلك تكون عدد مرات تشغيل جهاز الطرد المركزي في الساعة 4 مرات فقط بدلا من 12 مرة في حالة العصير فوق المشبع (أ) .

15- إنتاج السكر الأبيض :

يمكن الحصول علي السكر الأبيض في صورته التي يسوق عليها بعدة طرق مختلفة فقد يتم إنتاجه علي مرحلتين أو ثلاث أو أربعة مراحل . ومن أكثر الطرق شيوعا هي طريقة إنتاجه علي ثلاث مراحل وفيها يتم الحصول علي كميات جيدة من السكر الأبيض بدرجة نقاوة عالية أما المولاس الناتج فتكون نقاوته منخفضة .

وتتم عملية طبخ السكر علي 3 مراحل مع إجراء عمليات تنقية إضافية علي السكر الناتج من المرحلتين ب ، جـ (ص 42 ، 43) . وفيما يلي شرح مبسط لكيفية إنتاج السكر علي 3 مراحل (شكل تخطيطي رقم 15.1) .

1.15- في المرحلة " أ " : يطبخ كل من العصير المركز الخام (65 بركس) القادم من وحدات التبخير (أ) ، والمسكويت (الراشح) الأبيض الناتج عن استخلاص السكر المترسب علي جدر جهاز الطرد المركزي بالماء أو البخار الساخن ، والعصير الرائق الذي يتكون من العصير المركز (ب) والعصير الأخضر (جـ) بعد معالجته بغاز SO_2 لقصر لونه . ويبلغ تركيز هذا المحلول حوالي 62 بركس ، وتصل درجة تركيز السكر في هذا المحلول بعد طبخه حوالي 91 بركس .



شكل (15.1) : رسم تخطيطى لانتاج السكر الأبيض بثلاثة مراحل

2.15- ويطبخ في المرحلة "ب" كل من المسكويت (الراشح) الأخضر ($ا_2$) والراشح الأبيض ($ب_3$) الناتج بعد فصل بلورات السكر في المرحلة (ب) ومحلول السكر (جـ) . والسكر الناتج من المرحلة (ب) تعاد إذابته في عصير البنجر الرائق ثم يضاف إليه محلول الجير المطفأ حتي تصل قاعدية العصير مقدرة كأكسيد كالسيوم 0.3% ، ثم يترك العصير القاعدي لفترة 15-20 دقيقة في درجة 80 درجة مئوية ، ثم تجري عملية الكربنة بغاز CO_2 لإزالة الجير الزائد غير المتفاعل وحتي تصل القاعدية إلي 0.02% كأكسيد كالسيوم . ويسمي هذا العصير بالعصير الرائق ويرسل إلي مراجل الطبخ (ا) .

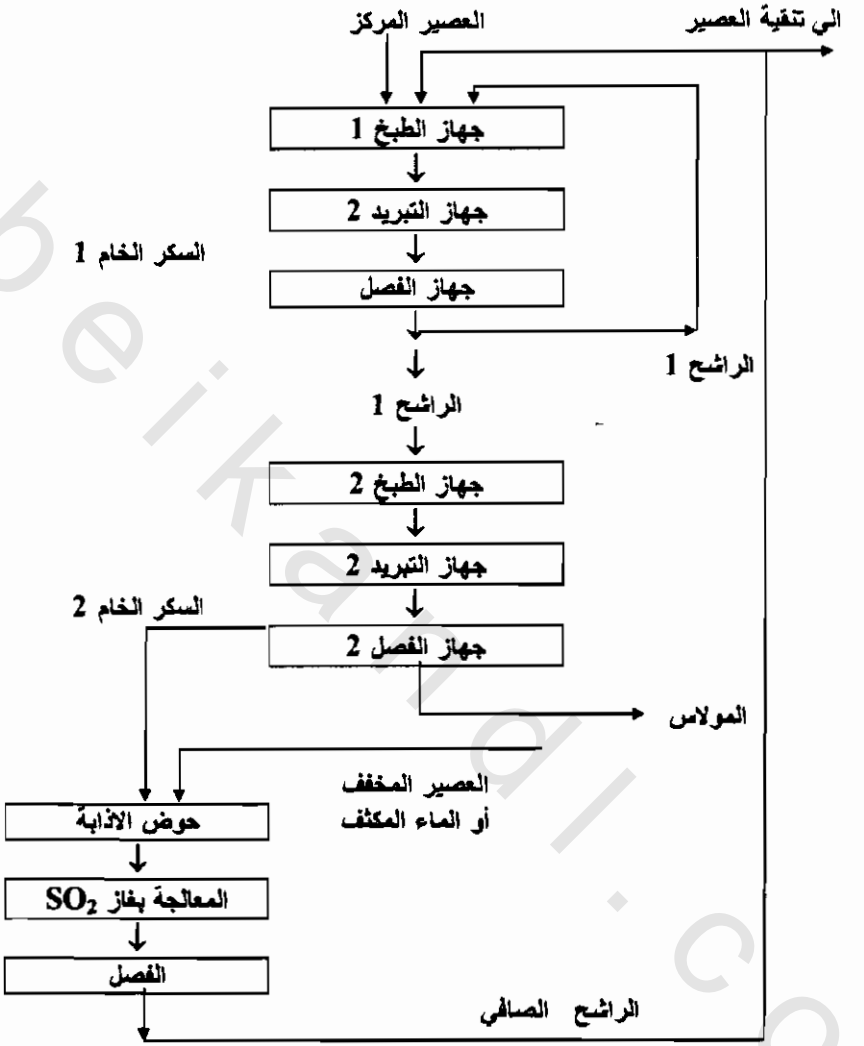
3.15- أما في المرحلة الثالثة (جـ) فيطبخ العصير الأخضر (جـ) وتفصل بلوراته ويرسل المولاس (الراشح) إلي وحدة تخزين المولاس (شكل 17.1 خط سير العمليات الصناعية في مصنع السكر) . وبلورات السكر الناتجة في هذه المرحلة تكون بنية اللون وترسل إلي حوض الإذابة حيث تذاب في الراشح الأخضر الناتج من (ب) ، ويرسل المحلول المركز الناتج من إذابة سكر (جـ) مع الراشح الأخضر (ب) إلي وحدة الفصل للحصول علي مزيج من بللورات السكر (ب ، جـ) وتذاب هذه البللورات مرة أخري وتجري علي العصير الناتج منها عمليات الترويق والكربنة وقصر اللون ثم يضخ العصير الرائق إلي جهاز الطبخ (أ) .

16- إنتاج السكر الخام :

عادة لاتتجاوز فترة إنتاج البنجر واستهلاكه في تشغيل مصانع السكر في كثير من الدول المنتجة له عن 90 يوما لذلك يتم تشغيل بعض المصانع بالطاقة الإنتاجية القصوي خلال تلك الفترة الزمنية لإنتاج أكبر كمية ممكنة من السكر الخام ثم يتم تكرير هذه الكمية سواء في نفس المصنع أو في مصانع متخصصة في عمليات التكرير فقط علي مدار العام.

وبللورات السكر الخام هي بللورات السكر المستخلصة من عصير البنجر الداكن ويعزي لونها الأصفر إلي إلتصاق طبقة رقيقة من عصير السكر علي بللوراته .

ويتم إنتاج السكر الخام عادة علي مرحلتين (أنظر شكل 16.1) كالتالي :



شكل (16.1) : رسم تخطيطي لإنتاج السكر الخام على مرحلتين

1.16- في المرحلة الأولى :

• يستخلص السكر من العصير المركز ويمزج معه أحيانا محلول السكر الأسمر الثاني . وتتراوح فترة طبخ العصير المركز بين 2-4 ساعات وتكون نقاوته في حدود 90-93 وحدة ، ثم يبرد العصير في أحواض التبريد والتبلور مع الرج المستمر لمدة تتراوح بين 6-8 ساعات .

• أما في حالة إستعمال أحواض تبريد وتبلور مزودة بوسائل تبريد إضافية تستغرق تلك الفترة حوالي 3 ساعات فقط .

• تفصل بللورات السكر الخام الأول بواسطة جهاز الطرد المركزي في زمن لايتجاوز 4 دقائق .

2.16- في المرحلة الثانية :

• يتكون عصير الطبخ لإنتاج السكر الخام الثاني من راشح السكر الخام الأول ويستغرق طبخه حوالي 24 ساعة بسبب صعوبة عملية التبلور .

• ينقل العصير المطبوخ إلي أحواض التبريد والتبلور وتستغرق هذه العملية حوالي 48 ساعة أما إذا كانت هذه الأحواض مزودة بنظام تبريد تستغرق تلك العملية حوالي 24 ساعة فقط .

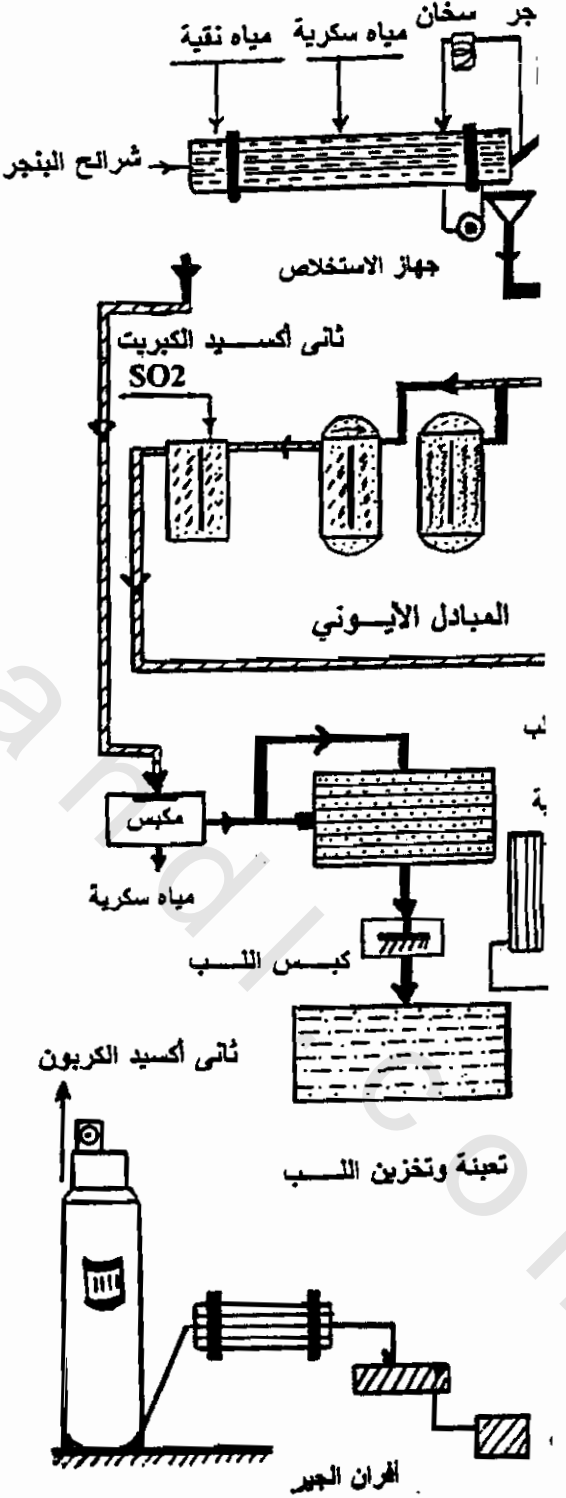
• تفصل بللورات السكر الخام الثاني بالطرد المركزي .

ويوضح الجدول (4.1) نسب مكونات السكر الخام بنوعيه الأول والثاني .

جدول (4.1) : نسب مكونات السكر الخام الأول والثاني

نوع السكر	% للسكروز	% للماء	% للرماد	المكونات العضوية غير السكرية
السكر الخام الأول	96.60	1.50	0.78	1.12
السكر الخام الثاني	91.20	3.20	2.20	3.40

المصدر : د . عزيز أحمد أمين (1987) - الكيمياء الصناعية - صناعة السكر وعجينة الورق - جامعة البصرة .


جر سخان
مياه سكرية
مياه نقية
شرائح البنجر
جهاز الاستخلاص
ثانى أكسيد الكبريت
SO2
المبادل الأيوني
مكبس
مياه سكرية
كبس اللب
ثانى أكسيد الكربون
تعبئة وتخزين اللب
أفران الجير

obeikandl.com

17- تجفيف السكر وتعبأته :

1.17- يجب تجفيف السكر الأبيض بحيث لاتتجاوز نسبة الرطوبة به 0.02% وتتم عملية التجفيف بواسطة الهواء الساخن في أفران خاصة للتجفيف حيث يقابل السكر الأبيض بتيار من الهواء الساخن في الجزء العلوي من الفرن ويتم تبريده في الجزء السفلي.

2.17- تتم عادة تعبئة السكر أوتوماتيكيا في أجولة سعة 50-100 كيلوجرام مبطنة من الداخل بالبولي ايثيلين لمنع تسرب الرطوبة .

3.17- قد يتم تنظيف السكر قبل تعبئته من الدقائق الناعمة التي تسمي غبار السكر كما قد يتم تصنيف السكر طبقا لحجم بللوراته بإمراره من خلال مناخل ذات ثقوب مختلفة الأقطار ، تصنف بللورات السكر إلي بللورات خشنة ومتوسطة وناعمة .

وقد يخزن السكر في صوامع جافة وعند الطلب والتسويق يعبأ في أكياس بالوزن المطلوب .

ويوضح شكل (17.1) خط سير العمليات الصناعية بمصانع سكر البنجر .

18- أنواع السكر

1.18- سكر متبلور Granulated ويوجد منه عدة أنواع :

1.1.18- سكر متبلور نقي Mineral water : يعتبر أنقي درجات السكر المتاحة تجاريا من حيث اللون وقلة محتواه من الرماد .

2.1.18- سكر متبلور Granulated : سكر أبيض أقل نقاء من النوع السابق ويستخدم في صناعة أنواع كثيرة من الحلوي وكذلك في الإستخدامات المنزلية ويمثل نسبة كبيرة من إنتاج السكر العالمي .

3.1.18- سكر متبلور للأغراض الصناعية Industrial granulated : ويتميز هذا السكر بلون داكن بسيط ويستخدم عندما يكون إستخدام السكر الأبيض غير ضروري في أنواع الحلوي الملونة أو في التوفي والفودج والشوكولاته ويقل سعره العالمي عن النوعين السابقين .

4.1.18- المكعبات Cubes : ويتم إنتاجه بترطيب السكر المحبب بحوالي 1% رذاذ ماء ثم يضغط إلي مكعبات ويجفف .

5.1.18- سكر Nibs : وهي عبارة عن سكر متبلور بأشكال مختلفة حيث يرطب السكر ويحول إلي كتل ثم تجفف وتكسر إلي أجزاء وأشكال معينة .

2.18- Caster:سكر أبيض بأحجام بللورات صغيرة للإستخدامات المنزلية والصناعية.

3.18- سكر البودرة أو الثلجي : ينتج السكر الثلجي (Icing sugar) بطحن السكر المتبلور ويفضل إجراء الطحن مرتين للحصول علي أعلي درجة جودة وعادة ماتضاف مواد لمنع التكتل Anticaking .

4.18- السكر السائل Liquid sugars : وتصل نسبة السكر في المحلول حوالي 75% حتي لاتحدث مشاكل ميكروبيولوجية ومن أهم مميزاته سهولة وسرعة إستخدامه ويعيبه زيادة وزنه وصعوبة تركيزه .

5.18- السكر البني Brown sugars : ويوجد منه نوعين ويتميز بنكهة طيبة ويتم استخدامه في بعض أنواع الحلوي إلا أنه يعيبه تباين درجة جودته .

6.18- المولاس : ينتج المولاس في مصانع سكر القصب فالمصنع الذي ينتج مليون طن سنويا ينتج أسبوعيا من 600-800 طن من المولاس ... وقد يستخدم المولاس في الإستهلاك البشري أو قد يستخدم كغذاء للماشية والصناعات التخميرية وإنتاج الكحول وحامض الستريك .. ويعتبر العسل الأسود Treacle مولاس نقي مخلوط بشراب سكر نقي .

الباب الثاني

إنتاج بذور الكاكاو وصناعة الشوكولاتة

obeikandl.com

obeikandl.com

2- إنتاج بذور الكاكاو وصناعة الشوكولاتة

مقدمـــــــــــــة

عرفت منتجات الكاكاو أولا في أمريكا الوسطي (فنزويلا ، جامايكا ، كولومبيـــا ، كاركاس) ... وحتي عام 1800 م كان المنتج الرئيسي لها هو مشروب الشوكولاته وهـــو مشروب دهني يعد من بذور الكاكاو الكاملة والسكر والتوابل . وفي عام 1828 م إخـــترع Van Houten طريقة الضغط علي بذور الكاكاو لإزالة جزء من الدهن ثم طحن البـــذور منزوعة الدهن جزئيا لتصبح مسحوقا به 23% دهـــن وأدت تلـــك العمليـــات التصنيعيـــة لسهولة إعداد مشروب الكاكاو كما أصبحت عملية هضمه أيسر ، وفي نفس الوقت اســتخدم دهن الكاكاو المنفصل عن تلك المعاملة (يطلق عليه أيضا زبدة الكاكـاو Cocoa butter) في إنتاج شوكولاته سائلة سهلة التشكيل والإنتشار فإستخدمت في تغطية منتجـــات عديـــدة من أصناف الحلوي المختلفة .

وفي إنجلترا عام 1840 م صنع Fry and Later Cadbuory منتج أطلق عليـــه إسم Chocolate bars . وحدث بعد ذلك تقدم هائل بإختراع شـــوكولاتة اللبـــن Milk chocolate بواسطة Daniel Peters في سويسرا عام 1876 م بخلط مطحـــون بـــذور الكاكاو المقشورة مع السكر والمواد الصلبة للبن والناتج هو المكـــون الأساســـي لصناعـــة الشوكولاته .

وقد تم إنشاء شركة Cadbury's Dairy Milk Chocolate عام 1900 م ثـــم إنتشرت هذه الصناعة بعد ذلك وتطورت صناعة الشوكولاتة ومنتجـــات الكاكـــاو تطـــورا هائلا وأنشأت مصانع عديدة في مختلف دول العـــالم . وقـــد أدي إخـــتراع آلات تشـــكيل منتجات الشوكولاتة لخفض تكاليف الإنتاج .

1.2- النبات ، مناطق زراعته ، حصاده :

يرجع أصل شجرة الكاكاو Theobroma cocoa إلي الغابات الاستوائية الكثيفـــة لمنطقة الأمازون حيث ينمو النبات هناك في ظروف شبه الظل Semishade - الدائمـــة

- ذات الرطوبة النسبية العالية . ويتكون جنس الـ Theobroma من أكثر من 20 نـوع (Family: Sterculiaceae) أهمها تجاريا علي وجه الإطـــلاق الـــ Theobroma cocoa التي انتشرت أشجارها طبيعيا في إتجاه الغرب والشمال إلي غانـــا والمكســيك ، وأخيرا لجزر الكاريبي .

ويوضح الجدول التالي حدود ومتوسط الإنتاج العالمي من بذور الكاكاو بالألف طـــن متري خلال الأعوام من 1975 إلي 1995 وفي بعض الدول المنتجة له .

جدول (1.2) : حدود ومتوسط إنتاج بذور الكاكاو بالألف طن متري خلال الأعوام مـــن 1975 حتي 1995 م .

إفريقيا	الكاميرون		غانا		كوت دي فوار		نيجيريا	
	الحد الأدنى	الحد الأقصى	الحد الأدنى	الحد الأقصى	الحد الأدنى	الحد الأقصى	الحد الأدنى	الحد الأقصى
	82	198	159	418	181	545	115	241
المتوسط	117		281		327		179	
متوسط الإنتاج الكلي	848 - 1045 بمتوسط حوالي 958							
أمريكا الوسطي والجنوبية	البرازيل		كولومبيا		الإكوادور		المكسيك	
	162	405	23	42	43	100	24	42
المتوسط	290		32		74		34	
حدود ومتوسط الكلي	252 - 589 بمتوسط حوالي 430							
آسيا	ماليزيا		غينيا بيساو					
	9	100	22	33				
المتوسط	38		29					
حدود ومتوسط الكلي	62 - 130 بمتوسط حوالي 110							
الإنتاج العالمي	1341 - 1876 بمتوسط حوالي 1600							

المصدر : إحصاءات الكاكاو - Gilland Duffus - لندن ، إحصاءات منظمة الأغذية والزراعة - جمعـت وحسبت بواسطة المؤلف .

2.2- شجرة الكاكاو :

تزرع أشجار الكاكاو في نطاق ضيق من خطوط الطول والعرض ويحتاج النبـــات في نموه إلي رطوبة نسبية عالية . وتتمركز زراعة أشجار الكاكـــاو علـــي جـــانبي خـــط الإستواء وكذلك بعض المناطق عند درجة 18 درجة بين الشمال والجنـــوب . وتـــتراوح درجة الحرارة المثلي لنمو الأشجار بين 18-32 درجة مئوية ويـــؤدي إنخفـــاض درجـــة

الحرارة عن الحدود السابقة لنقص كبير في المحصول وتلف نسبة من أشجار الكاكاو . وتتراوح الأمطار اللازمة لري أشجار الكاكاو بين 1500-2000 مم في السنة . أما الرطوبة النسبية فتتراوح بين 70-80% أثناء اليوم ويفضل أن تصل لدرجة التشبع أثناء الليل . وتحتاج الأشجار لظل من بعض أشجار الغابات الكبيرة . وتوجد بذور الكاكاو داخل أغلفة تجمع وتخزن في مناطق تجميع لإزالة البذور التي تلتصق باللب .

3.2- صناعة الكاكاو Cocoa Processes

تبدأ صناعة الكاكاو منذ مرحلة جمع الثمار من الأشجار في مرحلة النضج الكاملة ثم إجراء المعاملات التصنيعية علي بذور هذه الثمار بصورة سليمة تؤدي لإنتاج منتجات كاكاو عالية الجودة . ومما هو جدير بالذكر أن كلا من معاملتي التخمير والتجفيف تؤثران بدرجة كبيرة علي جودة منتجات الكاكاو حيث ترتبط نكهة الكاكاو أو الشوكولاته إرتباطا وثيقا بمدي نجاح وتطبيق الأسس التكنولوجية لمعاملتي التخمير والتجفيف .

1.3.2- عملية التخمير Fermentation

- بعد قطع ثمار الكاكاو من الأشجار يتم إستخراج البذور منها حيث تكون ملتصقة باللب.
- تنقل البذور الي سلال أو صناديق ذات قاع مثقب أو ترص في أكوام ثم تغطي بأوراق الموز أو أوراق خضراء .
- تسمح الثقوب الموجودة بقاع السلال أو الصناديق بتسرب بقايا اللب المرتبطة بالبذور حيث تسيل وتتسرب من القاع ويمكن تقليب البذور ونقلها من صندوق لآخر تجنبا لعدم تجانس عمليات التخمر .
- لاتكون لبذور الكاكاو المستخرجة من القرنة نكهة الشوكولاته المميزة ، وتؤدي عملية التخمير كخطوة أساسية لبدء تكون المركبات والتي تنشأ عنها النكهة المميزة للشوكولاتة بعد عملية التحميص .
- تؤدي عملية تكويم البذور أو وضعها في السلال أو الصناديق المثقبة إلي إرتفاع درجة حرارة البذور تلقائيا وتدريجيا إلي حوالي 50 درجة مئوية بفعل حرارة التنفس والخمائر والبكتريا والإنزيمات .

- تتم عملية التخمير في غضون 5-6 أيام وإذا لم يحدث إنبات للبذور فإنها تموت بفعل الحرارة المتولدة عن عملية التخمير .

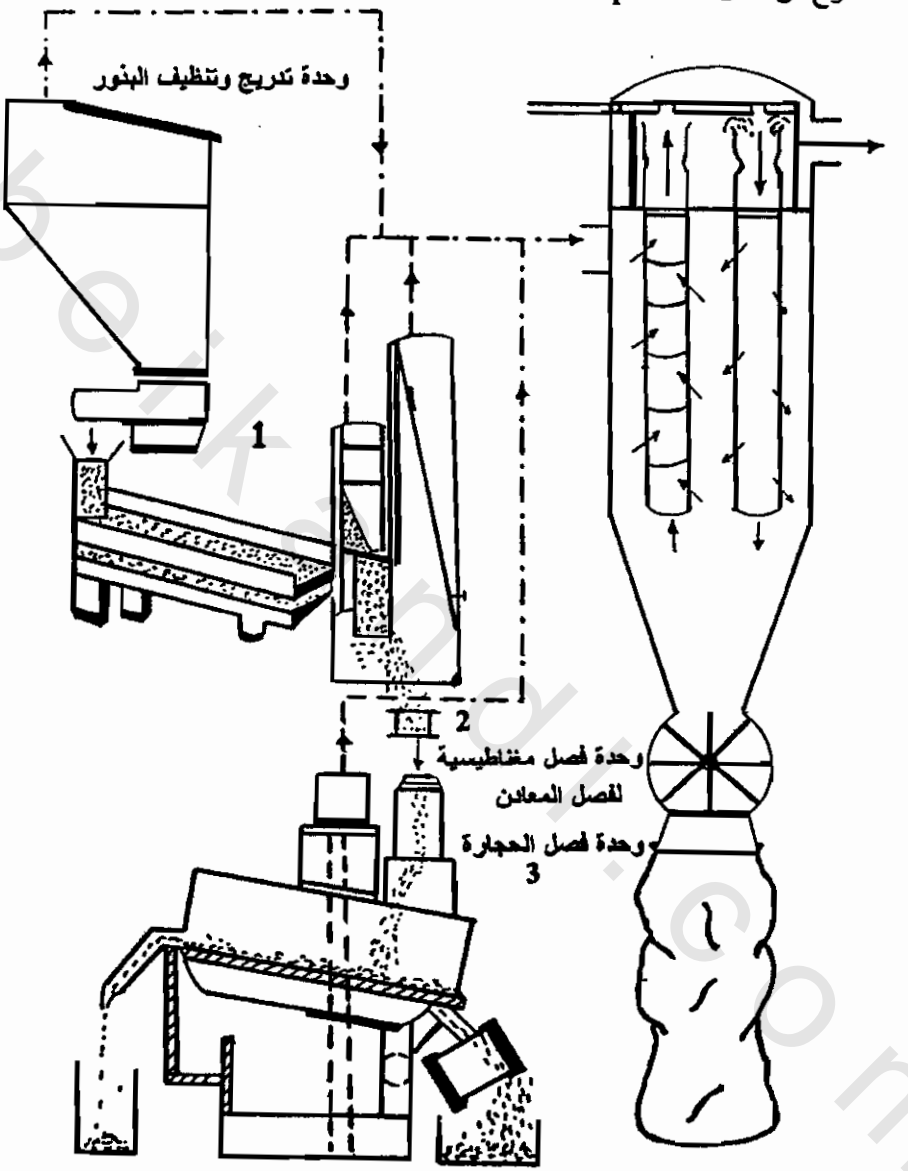
- يحدث أثناء عملية التخمير تغيرات عديدة فيحدث أولا - تنفس لاهوائي Anaerobic respiration للبذور فتتحلل البروتينات - ثم يحدث تنفس هوائي Aerobic respiration - ويسيل اللب ويتكون حامض خليك ، فتزال البولي فينولات القابضة Astringent polyphenols - ثم تتكون في البذور المركبات التي ينجم عنها نكهة الشوكولاته Flavor precursors ، فقط ، بعد تحميصها - ويصل pH الفلقة إلي حوالي 5 - وتمتص الفلقة رطوبة فتحدث تغيرات في قوامها تجعلها سهلة السحق والطحن - كما يحدث أيضا تغير في لون بذور الكاكاو فتتحول من اللون الرمادي المخضر greyish إلي اللون القرنفلي ثم خليط بين اللون القرنفلي والبني وأخيرا تتحول إلي اللون البني الغامق

2.3.2- تنظيف بذور الكاكاو Raw-bean cleaning

يجب أن تكون بذور الكاكاو المعدة للتصدير نظيفة .. إلا أنه غالبا مايكون هناك كميات ضئيلة من الشوائب تتمثل في البذور المكسورة ، بقايا طينية وكذلك بقايا ألياف من أكياس التعبئة . وعادة ماتكون نسب الاصابات الحشرية في بذور الكاكاو ضئيلة جدا نظرا للرقابة الجيدة في بلاد المنشأ وفي مناطق تخزينها . وعادة مايتم تبخير كل البذور الواردة للمصنع كإجراء وقائي حتي لو كانت البذور قد تم تبخيرها من قبل في بلاد المنشأ ، مما قد ينجم عنه زيادة في الحدود القصوي لبقايا المبيدات الحشرية في هذه البذور . وعادة ماتستخدم أنواع من مواد التبخير المسموح بها كبروميد الإيثيل . وتحدد مواصفات الدول والمواصفات الدولية نسب العيوب في بذور الكاكاو وتقسم بناءا علي نسب تلك العيوب إلي درجات جودة كالدرجة الممتازة أو الأولي ، ثم الدرجات الأقل ويتحدد سعر بذور الكاكاو في الأسواق العالمية علي أساس درجة جودة البذور .

وتتكون آلات تنظيف بذور الكاكاو (شكل 1.2) من عدد من الغرابيل screens بسعة ثقوب مختلفة لفصل أحجام الشوائب المختلفة ، فرش احتكاك للتنظيف ، تيارات هوائية لإزالة الغبار والشوائب الخفيفة كذلك وحدة مغناطيسية لالتقاط الشوائب المعدنية

بالإضافة لوحدة لإزالة الحجارة والمعادن الأخري والأجسام الثقيلة بإستخدام نظام الـــهواء المدفوع من أسفل Fluidized bed with air aspiration .



شكل رقم (2-1) : تتابع عمليات تنظيف بذور الكتان

3.3.2- التجفيف والتحميص Drying & Roasting

سبق أن أشرنا إلي أنه أثناء عملية تخمير بذور الكاكاو تنشأ المركبات "Flavor precursors" التي ستنجم عنها نكهة بذور الكاكاو بعد عمليتي التجفيف والتحميص ويعني ذلك أن النكهة الحقيقية لبذور الكاكاو لاتنشأ إلا بعد عملية التحميص . وتعتبر عملية التحميص صورة من صور الطبخ ولو أنها طبخ جاف . (حيث غالبا مايكون الطبخ مقترنا بالطبخ في الماء) .

وعند تحميص بذور الكاكاو السابق تخميرها تحدث التغيرات التالية :

1- تفقد البذور جزءا كبيرا من رطوبتها .

2- تصبح القشرة مفككة ويسهل فصلها .

3- تغدو الفلقة nib أكثر قابلية للكسر ويدكن (يغمق) لونها .

4- تتحطم نسبة من الأحماض الأمينية ، وتحدث دنترة للبروتينات ، كما تتحطم كل السكريات الموجودة طبيعيا في بذور الكاكاو .

5- تفقد نسبة من الأحماض الطيارة والمركبات الأخري الحامضية والمرة .

6- يتكون بتحميص بذور الكاكاو عدد كبير من المركبات الطيارة الألدهيدية والكيتونية ، الـ Furans ، والبيرازين والكحولات والإسترات .

وتتأثر درجة ومعدل حدوث التغيرات السابق الإشارة إليها بزمن ودرجة حرارة التحميص وكذلك بمعدل الفقد في الرطوبة أثناء عملية التحميص .

وتتباين أنواع وطرق التحميص بإختلاف الآلات المستخدمة في هذه العملية ومواصفات المنتج المطلوب .

وعادة ماتتم عملية التحميص علي خطوتين :

1.3.3.2- عملية التجفيف :

حيث يتم تعريض البذور لحرارة علي درجة حرارة لاتزيد عن 100 درجة مئوية مما يؤدي لتجفيف وتفكك القشرة الخارجية Shell ولاتؤثر درجات الحرارة بهذا المستوي علي الفلقة nib .

2.3.3.2- عملية التحميص

يعقب المعاملة الحرارية الإبتدائية المستخدمة لتجفيف البذور معاملة أخـــري علـــي درجة حرارة أعلي من درجة حرارة مرحلة التجفيف الأولي وتتراوح درجة الحرارة بيـــن 125-130 درجة مئوية وقد تصل في بعض الأحيان إلي 150 درجة مئوية لزمن يتوقـف علي درجة الحرارة .

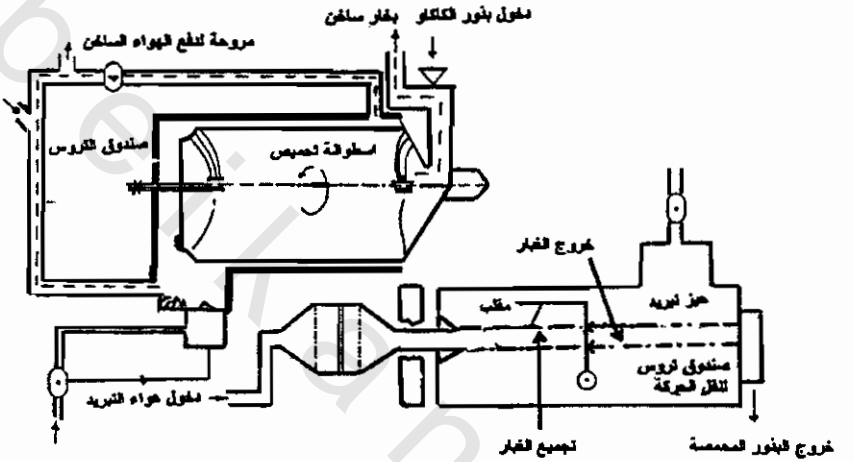
ويجب مراعاة الرطوبة النسبية في هواء وحدات التحميص للحصول علـــي نكهـة جيدة ومرغوبة للكاكاو ويمكن خفض الرطوبة النســبية تدريجيـا مــع نقــص المحتــوي الرطوبي للبذور .

ويوضح جدول (2.2) الرطوبة النسبية المثلي فـــي أجـهزة التحميـــص وعلاقتـــها بالمحتوي الرطوبي لبذور الكاكاو .

جدول (2.2) : الرطوبة النسبية المناسبة (ERH) في وحدات تحميـــص بـــذور الكاكـــاو وعلاقتها بالمحتوي الرطوبي (MC) لبذور الكاكاو .

ERH	MC.	ERH	MC.	ERH	MC.	ERH	MC.	ERH	MC.
70	7	48	4	38	3	24	2	12	1

ويوضح شكل (2.2) وحدة تحميص حديثة تستخدم في المصانع ويلاحظ أنـــه بعـد إجراء عملية التحميص في الجزء العلوي من الوحدة يتم تبريد البذور كمـــا تمـــرر علـــي غرابيل مثقبة ومتحركة حركة إهتزازية للتخلص من الغبار وشوائب التحميـــص ثـــم يتـــم تبريدها في المرحلة التالية .



شكل (2.2) : رسم تخطيطي لوحدة تحميص بذور كاكاو حديثة

جدول رقم (3.2) : التركيب الكيماوي لبذور الكاكاو

المكون	الفلقة Nib %		القشرة %	
	حد أدني	حد أقصي	حد أدني	حد أقصي
ماء H_2O	2.3	3.2	3.7	6.6
دهن Fat	48.0	57.0	1.7	5.9
رماد Ash	2.6	4.2	7.1	20.7
النيتروجين الكلي T.N.	2.2	2.5	1.7	3.2
النيتروجين البروتيني P.N	1.3		2.1	
الثيوبرومين Theobramine	0.8	1.3	0.2	0.9
الكافين Caffeine	0.1	0.7	0.04	0.3
الكربوهيدرات :				
جلوكوز	0.1		0.1	
سكروز	0.0		0.0	
نشا	6.5	9.0	3.4	5.2
بكتين	4.1		8.0	
سليلوز	1.9		13.7	
بنتوزانات	1.2		7.1	
الصموغ	1.8		9.0	
التانينات	4.2		2.0	
حامض التانيك	2.0		1.3	
الأحماض العضوية				
الخليك	0.1		0.1	
الستريك	–		0.7	
الأكساليك	0.3		0.3	

المصدر :

Minifie, B.W. (1989). Chocolate, Cocoa, and Confectionery AVI, Pub. by Van Nostrand Reinhold, London. ومصادر أخري

4.3.2- تعقيم بذور الكاكاو Sterilization

من المعروف أن تأثير الحرارة الرطبة علي الميكروبات أكبر بكثير من تأثير الحرارة الجافة ولذلك فلخفض أعداد الميكروبات علي بذور الكاكاو بدرجة كبيرة تتم عملية التسخين تحت ظروف رطبة حيث يحقن رذاذ من الماء علي إسطوانة التحميص

لمدة حوالي 20 ثانية في نهاية عملية التحميص فتؤدي لخفض كبير في أعداد الميكروبات بحيث تتوافر في بذور الكاكاو المقشورة المواصفات الميكروبيولوجية التالية :

الأعداد الكلية للميكروبات بالعد بطريقة الأطباق : أقل من 100 خلية/جم

مجموعة الـ Enterobacteria : أقل من 10 خلية/جم ، بكتريا الـ *E.coli*: لاتوجد ، بكتريا الـ Salmonella : لاتوجد ، جراثيم البكتريا الهوائية أقل من 100 خلية/ جم.

5.3.2- المعاملة بالقلوي : Alkalization

تتم معاملة بذور الكاكاو الكاملة أو المقشورة أو العجينة أو المسحوق بمحلول قلوي غالبا مايكون كربونات صوديوم أو بوتاسيوم لتغيير اللون إلي لون أكثر دكانة . وقد يستعمل أيضا في هذه المعاملة بيكربونات صوديوم أو بوتاسيوم ، أو هيدروكسيد صوديوم أو بوتاسيوم أو كالسيوم ، وكذلك كربونات أو هيدروكسيد الأمونيوم . وفي حالة إجراء المعاملة بالقلوي لمسحوق الكاكاو يفضل إستخدام مركبات الأمونيوم لسهولة إزالتها بالحرارة بعد ذلك . وكما أن للمعاملة بالقلوي تأثيرها علي منتجات الكاكاو السابق الإشارة إليها فإنها لها أيضا تأثيرها علي نكهة الكاكاو .

ومن أهم التفاعلات التي تحدث نتيجة المعاملة بالقلوي مايلي :

- معادلة الأحماض الحرة فقط ولاتحدث تصبن .
- حدوث تغير في مركبات البولي فينولات وتلاحظ تلك التغيرات بتغير اللون .
- تحطيم نسبة من البروتينات .
- إنتاج جزئيات الكاكاو .
- رفع رقم الـ pH من 5.2 - 5.6 حتي 6.8 - 7.5

وإذا زاد تركيز القلوي أثناء المعاملة تزداد دكانة اللون ويعرف الكاكاو في تلك الحالة بالكاكاو الأسود Black cocoa ويكون رقم الـ pH له حوالي 8.5 وله نكهة غير سائغة . ويستخدم في تلوين المنتجات المضاف إليها "Pigmentation " .

ويوضح الجدول (4.2) بعض التغيرات التي تحدث في بذور الكاكاو نتيجة معاملتها بتركيزات وكميات متباينة من محلول كربونات الصوديوم .

جدول رقم (4.2) : بعض التغيرات التي تحدث في بذور الكاكاو بعد معاملتها بالقلوي .

المعاملة	كمية كربونات البوتاسيوم بالكجم/100 كجم فلقات	كمية الماء بالكجم/100 كجم فلقات	% لتركيز محلول كربونات البوتاسيوم	pH	اللون
1	1.7	20	8.5	7.3	بني غامق Dull brown
2	1.7	50	3.4	7.2	بني محمر Reddish brown
3	2.5	50	5.0	7.6	أحمر غامق Deep red

المصدر : نفس المصدر ، جدول رقم (3.2) .

وتجدر الإشارة إلي صعوبة توحيد صفات المنتج بعد المعاملة بالقلوي .

وتتم المعاملة بالقلوي علي الفلقات (بذور الكاكاو المقشورة) برش محلول القلوي الساخن علي إسطوانات التحميص بعد تغطيتها بالفلقات ثم تجفف الفلقات المعاملة بالقلوي ببطيء علي 100 درجة مئوية أو أقل مما يؤدي لتطور وظهور اللون المرغوب .

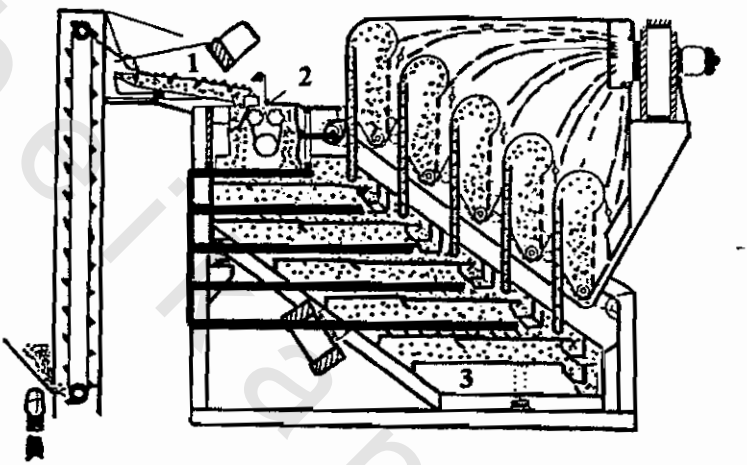
6.3.2- عملية الذر أو الغربلة Winnowing (Cracking & Fanning)

تعتبر البذور المقشورة (الفلقات nib) الجزء من البذور ذا القيمة التجارية ، أما القشرة الخارجية Shell فيمكن إعتبارها من مخلفات الصناعة ولو أنه يمكن إستغلالها في بعض المنتجات لما تحتويه من نسبة ضئيلة من مكونات النكهة . لذلك تجري عملية فصل القشور عن الفلقات إعتمادا علي الإختلاف في كثافتهما . ويتم فصل القشور عن الفلقات بعملية مزدوجة وهي الغربلة seiving ثم التنقية بالهواء Air elutriation . وتقاس كفاءة عملية الفصل بإمكانية فصل القشور كاملة قدر الإمكان دون أية بقايا منها مرتبطة بالفلقات. وتتكون بذرة الكاكاو ذات الـ 6.5% رطوبة من المكونات التالية :

الفلقة Nib or Cotyledon وتبلغ نسبتها 87.1% من بذور الكاكاو ، أما القشرة فتمثل نسبتها 12% ، والجنين وتبلغ نسبته حوالي 0.9% .

ويتراوح المحتوي الرطوبي لقشور بذور الكاكاو الخام من 8 إلي 10% أما الفلقات فيتراوح محتواها الرطوبي بين 4 إلي 5% .

ويوضح شكل (3.2) جهاز فصل قشور بذور الكاكاو عن فلقاتها .



شكل رقم (3.2) : جهاز فصل قشور بذور الكاكاو عن فلقاتها

1. مناخل هزازة لفصل البذور المكسورة
2. اسطوانات ضاغطة لكسر القشور
3. مناخل هزازة مائلة وسحب القشور بالتفريغ الهوائى

تجري عملية فصل القشور من بذور الكاكاو المحمصة كما يلي :

- يتم أولا تفكيك القشرة الخارجية بعملية التحميص السابق الإشارة إليها .
- يتم تكسير القشرة بضغط خفيف للمحافظة علي القشرة في حالة شبه كاملة وكذلك الفلقة ولتجنب التفتت وتكون جزئيات صغيرة وغبار من القشور والفلقات الذي قد يحدث إذا مازاد الضغط أثناء عملية تهشيم القشرة .

- وتجري عملية التهشيم بإسطوانات مسننة (شكل 3.2) لكسر القشرة أو بواسطة إسطوانات (بينها مسافات ضئيلة) سداسية الشكل تدور في نفس الإتجاه .

- تعقب عملية تهشيم القشرة عملية غربلة بواسطة غرابيل هزازة بسعة ثقوب مختلفة تكون أكبر في الغرابيل العلوية ثم تقل سعة الثقوب تدريجيا لأسفل .

- تكون الغرابيل مائلة قليلة لسهولة تجميع القشور في جانب الغربال ثم تشفط القشور بالتفريغ بالهواء Pneumatic suction .

- أما الغبار الدقيق فيجمع بنظام السيكلون Cyclone السابق دراسته في مقرر تكنولوجيا الحبوب بعد مرحلة الغربلة .

ويوضح جدول (5.2) حدود نسب مكونات بذور الكاكاو المقشورة والأجزاء الأخري بعد خروجها من أجهزة الفصل winnowing المختلفة .

جدول (5.2) : حدود نسب مكونات بذور الكاكاو المقشورة ، وغبار الفلقات ، وغبار القشور والقشور الكبيرة (كنسبة مئوية) .

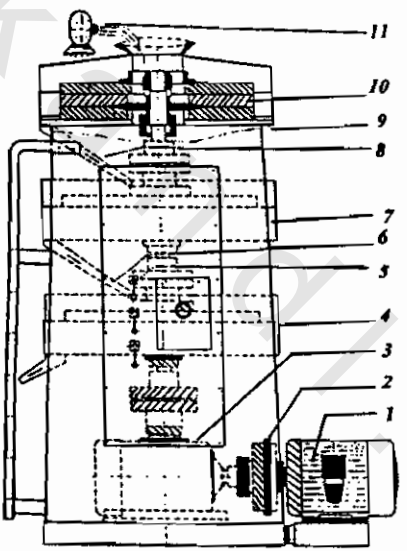
المكون	فلقات كبيرة Large nib	فلقات صغيرة Small nib	غبار الفلقات Nib dust	غبار القشور ، القشور الصغيرة وغبار السيكلون Sheel dust, Small shell, Cyclone dust	القشور الكبيرة Large shell
الرطوبة	3.5-2.0	6.0-3.5	7.5-3.8	9.0-7.0	10.0-8.0
زبدة الكاكاو	52.5-55.5	35.0-48.0	30.0-36.0	17.0-5.0	3.0-2.0
القشور Shell	1.5-0.2	-	-	-	-
الجنين Germ	1.5-0.1	-	-	-	-

وتقاس كفاءة عملية فصل القشور عن الفلقات Winnowing بمدي خلو الفلقات من بقايا القشور والجنين ، فكلما قلت نسبتهم في الفلقات دل ذلك علي كفاءة الأجهزة المستخدمة ولذلك تضاف في أجهزة الفصل وحدات لفصل الجنين .

7.3.2- طحن الفلقات وتحويلها لعجينة :

يتم تحويل الفلقات إلي عجينة بواسطة عدة أنواع من الآلات . فللفلقات تركيب خلوي يحصر بداخله الدهن في صورته الصلبة . وبعملية الطحن تنفجر الخلايا وتؤدي حرارة الإحتكاك الناتجة عن الطحن والحرارة المضافة بالتسخين لصهر الدهن ويقل حجم الجزئيات غير الدهنية وتختلط بالدهن فتصبح العجينة الناتجة أكثر سيولة بإنصهار الدهن. وتعتمد لزوجتها علي درجة التحميص التي تسبق الطحن والمحتوي الرطوبي للفلقات .

وتتكون مطاحن الكاكاو غالبا من مطاحن حجارة عبارة عن ثلاثة أزواج من أقراص الحجارة الدائرية الأفقية يحركها إطار ، ويتكون كل زوج من حجر ثابت سفلي وحجر علوي متحرك وتتحكم المسافة بين الحجارة في دقة حجم الجزئيات بعد الطحن (شكل 4.2)



شكل (4.2) : آلة لطحن فلقات الكاكاو

1. موتور.
2. وحدة نقل حركة.
3. صندوق تروس.
4. زوج حجارة الطحن السفلية.
5. وحدة التحكم فى المسافة بين الحجارة.
6. قناة مرور فلقات مطحونة.
7. زوج حجارة الطحن المركزية.
8. قناة مرور فلقات مطحونة.
9. حجارة طحن سفلية.
10. حجارة طحن علوية.
11. مضخة دفع فلقات الكاكاو.

وفي آلة طحن فلقات الكاكاو الموضحة في شكل (4.2) تتم تغذية الفلقات المكسورة أو المطحونة جزئيا الي مركز وحدة الطحن الحجرية ، وبالطحن تتحرك جزئيات الفلقات المطحونة نحو حافة قرص الحجارة ، ولتحسين الطحن توجد نقوش وقنوات في قرص الحجارة . وتحتاج أقراص الحجارة الدائرية للتجديد بصفة مستمرة بسبب التآكل . وقد تم تقليل التآكل بإنتاج نوع جديد من الحجارة يسمي Aloxite stones تتميز بمقاومتها للتفتت وتبطن قنواتها الداخلية بالحديد .

ويبلغ معدل إنتاج مطاحن الكاكاو المتطورة حوالي 1200 كجم / ساعة ... وتنتج عجينة ومسحوق كاكاو ناعم جدا يتراوح أحجام جزئياته من 90-110 ميكروميتر . وتخرج عجينة الكاكاو بعد الطحن من غرفة توزيع لها عدة مخارج حتي تنتشر منها العجينة علي إسطوانات لفرد العجينة لتخرج علي هيئة شرائط رقيقة يتم تبريدها حتي تتصلب جزئيا بإمرار ماء تبريد في إسطوانات الفرد .

8.3.2- تصنيع عجينة الكاكاو Processing of Cocoa Liquor

تعامل عجينة الكاكاو الخام بعد عملية الطحن وخروجها شبه سائلة عدة معاملات أهمها :

1.8.3.2- تسخين العجينة في طبقات رقيقة :

- Thin film roasting with air scrubbing

حيث تفرد العجينة علي صواني وتسخن بالبخار أو قد يتم تسخين طبقات رقيقة من العجينة علي سطح اسطوانات ساخنة بهدف إزالة النكهات غير المرغوبة مع بخار الماء المتصاعد من العجينة بعد المعاملة الحرارية . وتتراوح درجات الحرارة اللازمة لتلك المعاملة بين 80-110 درجة مئوية ويمكن إضافة 2-3% ماء علي العجينة قبل إجراء تلك المعاملة ليساعد علي تصاعد الأبخرة من العجينة حاملة معها مركبات الروائح والنكهات غير المرغوبة .

2.8.3.2- المعاملة بالقلوي Alkalinization

وقد سبق دراسة هذه المعاملة (ص 68 ، 69) .. وعادة كما سبق القول يفضل معاملة عجينة الكاكاو بمركبات الأمونيوم لسهولة إزالتها بالحرارة بعد ذلك .

3.8.3.2- كبس العجينة Liquor pressing

تعامل عجينة الكاكاو بضغط شديد لسحقها وتوحيد صفاتها وذلك بإستخدام مكابس أفقية تملأ بالعجينة الساخنة وتضغط العجينة في المكبس - فينتج عن ذلك إزالة جزء من زبدة الكاكاو ينفصل من العجينة أثناء عملية الضغط . ومما هو جدير بالذكر أن العجينة الناتجة من كاكاو سبق تحميصه تستجيب بدرجة أكبر للضغط أثناء عملية الكبس .

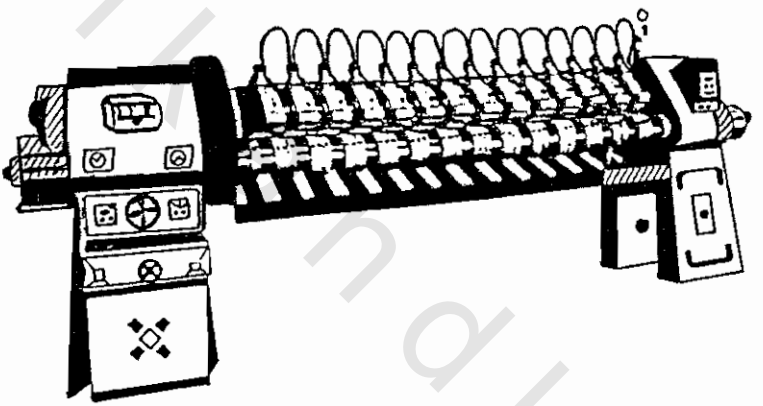
ويجب أن تتوفر الشروط التالية أثناء عملية الضغط :

- أن تتراوح درجة الحرارة بين 95-105 درجة مئوية
- أن يكون المحتوي الرطوبي للعجينة من 1-1.5% عند تقديره بطريقة التقطير بإستخدام التولوين كمذيب .
- يفضل إجراء تجنيس جيد للعجينة قبل إجراء الضغط .
- حجم الجسيمات Particle size : يجب أن يكون حجم جسيمات الكاكاو دقيقا بدرجة كبيرة حيث يفضل أن تمر نسبة 98% من جزئيات الكاكاو من خلال غرابيل عدد ثقوبها 400 في البوصة المربعة ، وتفضل هذه العجينة الناعمة في صناعة الشوكولاته أو الكاكاو فائق النعومة ، إلا أن الاستجابة للضغط تكون أكبر عندما تكون جزئيات العجينة أكثر خشونة بمرور 98% من جزئيات الكاكاو خلال غرابيل عدد ثقوبها 200 في البوصة المربعة .
- وتتراوح الضغوط المستخدمة في المكابس من 2100-4200 كجم/سم^2

ويوضح شكل (5.2) قطاعا في مكبس لعجينة الكاكاو Liquor press يستخدم في كبس عجينة الكاكاو وفصل جزء من زبدة الكاكاو وتستغرق عملية كبس العجينة حوالي 15 دقيقة لخفض نسبة الدهن فيها إلي حوالي 24% أما إذا استغرقت عملية الكبس حوالي 30 دقيقة تمتص نسبة الدهن في الكيك الناتج بعد الكبس إلي حوالي 12% فقط . وعند الكبس يقفل المكبس ويملأ أوتوماتيكيا بالعجينة الساخنة تحت ضغط ، وأثناء عملية الملأ يتسرب جزء من زبدة الكاكاو الحرة من الجدر المثقبة للمكبس . ثم تتعرض عجينة الكاكاو لضغط شديد . وتتميز المكابس الكبيرة بأنها تنتج حوالي 1500 كجم/ساعة عندما

تكون نسبة زبدة الكاكاو في الكيك المبتقي بعد الضغط حوالي 24% . ولإنقاص نسبة زبدة الكاكاو في الكيك وفصل كمية أكبر منها تخفض سرعة الكبس بحيث ينتج نفس المكبس السابق الإشارة اليه حوالي 550-700 كجم/ساعة من الكيك الذي يحتوي على 10-12% زبدة كاكاو . ويمكن التحكم في نسبة الدهن في كيك الكاكاو الناتج بالزمن الذي تستغرقه العجينة في عملية الكبس ، ووزن عجينة الكاكاو ، وطول مشوار الضاغط .

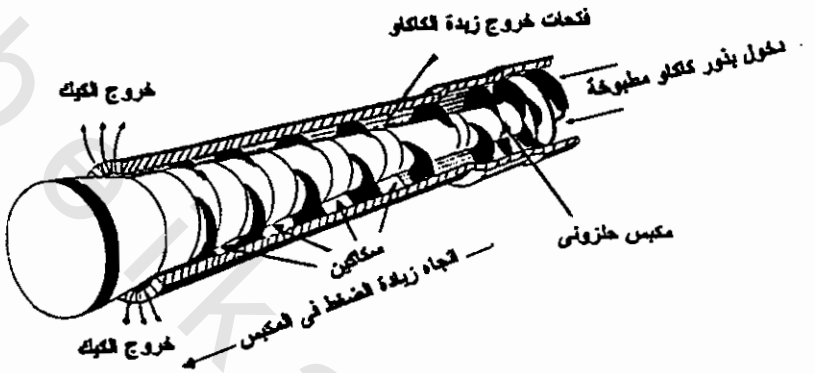
وبعد إزالة الكمية المطلوبة من زبدة الكاكاو يعكس إتجاه الضاغط ويفتح المكبس ويسمح لكيك الكاكاو بالسقوط في الوعاء المخصص لذلك أو يتم سكب الكيك على سير متحرك حيث تجري عليها عملية التصنيع التالية وهي الطحن .



شكل (5.2) : مكبس لعجينة الكاكاو

ويمكن إجراء عملية الكبس علي فلقات الكاكاو المحمص مباشرة بإستخدام المكابس الحلزونية Screw presses أو أجهزة البثق Extrusion . وتتم عملية الكبس بواسطة المكابس الحلزونية (شكل 6.2) بدفع فلقات الكاكاو المحمص من خلال المكابس التي تتكون من أنبوبة اسطوانية من الصلب إسطوانية الشكل يدور داخلها حلزون دائري . وتوجد علي طول الأنبوبة الإسطوانية ثقوب ضيقة يخرج من خلالها زبدة الكاكاو . حيث تتعرض الفلقات التي تتحرك داخل المكبس لقوة تؤدي لتحطيمها ويزداد الضغط تدريجيا أثناء اندفاع الفلقات المهشمة إلي مقدمة المكبس مما يؤدي لخروج الدهن من البذور من خلال الفتحات الضيقة علي جدر الأنبوبة الإسطوانية وفي نفس الوقت تسحق الفلقات حتي

تتحول لكيك يخرج من خلال الفتحة الموجودة في نهاية المكبس ، ويحتوي الدهن المنفصل علي نسبة من مسحوق الكاكاو يتم التخلص منها بالترشيح أو الطرد المركزي للحصول علي دهن نقي.



شكل (6.2) : رسم تخطيطي لمكبس حلزوني

ويوضح شكل (6.2) رسم تخطيطي لأحد أنواع المكابس الحلزونية ويجب أن تعامل فلقات الكاكاو بالبخار قبل ضغطها في هذا النوع من المكابس لتطريتها ولتسهيل خروج الدهن منها . وبعد إستخراج الدهن من الفلقات يمكن طحن الكيك الناتج إلي مسحوق يستخدم في مكونات مواد التغطية للبسكويت أو المخبوزات .

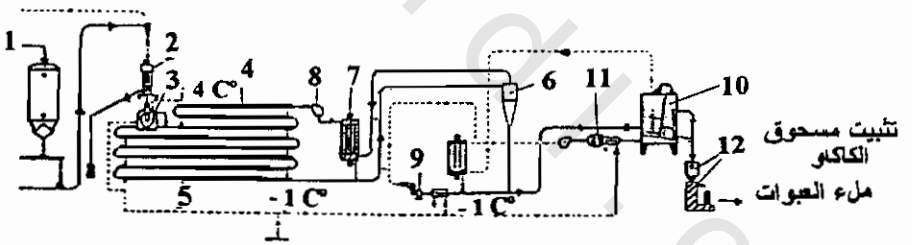
9.3.2- طحن الكاكاو Cocoa grinding

بعد إنتاج الكيك من فلقات الكاكاو وإنتاج زبدة الكاكاو يتم تحويل الكيك بمختلف أنواعه إلي مسحوق ناعم حيث كانت عملية الكبس قد أدت إلي تكوين جزئيات دقيقة ولكنها تتكتل في صورة كتل متضغطة (نتيجة الكبس) شكلها إسطواني . ويتم أولا تكسير هذه القطع الإسطوانية في آلات تكسير breaker عبارة عن إسطوانات مسننة تدور فتجرش وتكسر الكيك لجزئيات صغيرة في حجم حبة الفول . ثم يتم طحن هذه الجزئيات في مطاحن خاصة لإنتاج مسحوق ناعم .

ويجب أن يؤخذ في الإعتبار مايلي :

- تكون جزئيات الكاكاو ناعمة أصلا بعد عملية الطحن الأولي . وتعتبر عملية الطحن الثانية عملية فك للتكتل الناجم عن الضغط الهيدروليكي مما يوضح أهمية عملية الطحن الأولي .
- يؤدي وجود نسبة من زبدة الكاكاو في المسحوق لضرورة إستخدام هواء تبريد أثناء الطحن ، حيث يؤدي إرتفاع درجة الحرارة أثناء الطحن عن 34 درجة مئوية لإنصهار الدهن ، وتباين نسبة الزبد في المسحوق مما يؤدي لعدم تجانس لون مسحوق الكاكاو وإعادة تماسكه مرة أخري في صورة كيك . ولذلك يجب التحكم في درجات الحرارة أثناء عملية الطحن .
- يجب أن يكون هواء التبريد المستخدم في آلة الطحن جافا ولاتزيد رطوبته النسبية عن 50-60% في المطحنة وإذا زادت الرطوبة النسبية عن ذلك يزيد المحتوي الرطوبي للكاكاو وتظهر مشاكل ميكروبيولوجية بإعطاء الفرصة لنمو الفطريات .

ويوضح شكل (7.2) رسم تخطيطي لتصميم حديث لوحدة طحن وتبريد وتثبيت لمسحوق الكاكاو .



شكل (7.2) : وحدة حديثة لطحن وتبريد وتثبيت مسحوق الكاكاو

1. دخول كيك الكاكاو
2. كشاف معادن
3. مطحنة
4. تبريد هواء
5. تبريد كاكاو
6. شفط غبار الكاكاو
7. مرشح تنظيف ذاتي
8. مروحة
9. سير جزاز للتبريد بهواء بارد
10. تبريد مسحوق الكاكاو
11. تبريد الهواء
12. التعبئة والوزن

4.2- درجة نعومة جزئيات الكاكاو Cocoa fineness

تعتبر درجة نعومة وحجم جزئيات مسحوق الكاكاو أهم صفة في الأهمية بعد نهكته ولونه حيث تتأثر درجة الذوبان بحجم حبيباته ودرجة نعومتها فالجزئيات الخشنة تستقر بسرعة في الشراب وتعطي راسب خشن غير ذائب في المشروبات أو الآيس كريم .

وفي منتجات الكيك والمخبوزات يفضل أيضا أن يكون مسحوق الكاكاو ناعما جدا ليعطي لونا مرغوبا . ويتم تقدير درجة نعومة الكاكاو بأحد إختبارين :

1- إختبار الترسيب The sediment test

2- إختبار الغربلة The sieving test

5.2- نكهة ورائحة الشوكولاته Chocolate flavor and aroma

تلعب عمليتي تخمير وتجفيف بذور الكاكاو دورا أساسيا في ظهور المركبات التي سوف تنشأ عنها نكهة الشوكولاته بعد عملية التحميص .

وتقسم المركبات المسئولة عن رائحة ونكهة الشوكولاته إلي :

1.5.2- مركبات متطايرة

حيث أمكن بالتقطير البخاري لبذور الكاكاو المحمصة ثم إستخلاص مركبات الرائحة بالهكسان التعرف علي المركب الرئيسي في المستخلص وهو مركب الليناالول Linalool بالإضافة لبعض الأحماض العضوية والإسترات . وبتقدم طرق التحليل أمكن التعرف علي حوالي 200 مركب .

- ثبت أن المركبات المسئولة عن نكهة بذور الكاكاو غير موجودة في الوسط الدهني ولو أن الدهن نفسه يساهم بقدر كبير في نكهة الشوكولاته المحببة خاصة شوكولاتة اللبن .

- دلت الدراسات الحديثة أن للأحماض الأمينية والسكريات دورا كبيرا في تكوين النكهة والرائحة النهائية للشوكولاته خاصة في مرحلة التحميص حيث تتحطم بفعل الحرارة وينتج عنها نواتج متطايرة تساهم بقدر كبير في مكونات الرائحة .

2.5.2- مركبات غير متطايرة مسئولة عن نكهة الشوكولاته

إذا ماأزيلت المركبات المتطايرة من الكاكاو بالتقطير البخاري وتم تصنيع البذور (بعد إزالة المركبات المتطايرة منها) إلي شوكولاته فإن طعمها لايزال له معظم صفات طعم الشوكولاته برغم أنه قد يكون أقل حدة .

ويمكن بإيجاز تحديد المركبات غير المتطايرة المسئولة عن نكهة ورائحة الشوكولاته فيما يلي :

- **Flavonoids** : حيث تم التعرف علي عدد من مركبات الفينولات العديدة polyphenols ومنها مركبات الكاتكينات Catechins ومركبات الأنثوسيانات Anthocyanins .
- **الأحماض الأمينية** : كثير منها له طعم مميز ويمكن أن تساهم في تكوين الأطعمة المرة أو الحلوة .
- **الأحماض العضوية ، والأحماض الفينولية** : وقد تم عزل عدد كبير منها .
- **الكربوهيدرات** : مثل الجلوكوز والفركتوز وكميات ضئيلة جدا من السكروز وناتجات تفاعل ميلارد Maillard reaction بين الأحماض الأمينية والسكريات المختزلة .
- تأكد أيضا من مساهمة مركبات البيرازين في نكهة الشوكولاته وقد إستخدم تقديرها كدليل علي درجة التحميص Degree of roasting .

6.2- صناعة الشوكولاته Chocolate Manufacture

تتكون المكونات الرئيسية لصناعة الشوكولاتة من فلقات الكاكاو ، وعجينة الكاكاو ، والسكر والمحليات الأخري ، وزبدة الكاكاو ، بدائل زبدة الكاكاو ، مسحوق اللبن ، فتات اللبن والسكر والشوكولاته milk crumb (وتتكون من عجينة كاكاو 3.5% ، سكر 53.5% جوامد لبن 32.0% ، رطوبة 1%) ، ومواد الإستحلاب .

1.6.2- فلقات وعجينة الكاكاو : Cocoa nibs, Cocoa liquor

سبق شرح طريقة تصنيع فلقات الكاكاو وعجينة الكاكاو ، ويفضل لإعداد شوكولاتة اللبن وبعض أنواع الشوكولاتة الأخري أن تكون درجة الحرارة التي إستخدمت في تحميص فلقات الكاكاو منخفضة نسبيا .

ولأصناف الكاكاو تأثيرا كبيرا علي نكهتها بغض النظر عن طرق تصنيعها فهناك الصنف Criollo وهو الصنف الأصلي للكاكاو إلا أن نسبته في التجارة الدولية أصبحت ضئيلة ، وهناك الصنف Forastero ويعتبر المصدر الرئيسي لبذور الكاكاو ويمثل أعلي نسبة في التجارة الدولية ويوجد بصفة رئيسية في دول غرب إفريقيا (جدول 1.2) والبرازيل وماليزيا . أما الصنف Trinitario فهو من الأنواع المهجنة وراثيا ويستخدم بصورة محدودة في بعض أنواع الشوكولاتة . ويوجد في الأكوادور ، ترينيداد ، كوستاريكا، المكسيك .

ونظرا لتباين نكهة بذور الكاكاو بصورة كبيرة تحرص بعض شركات منتجاته الكبيرة علي شراء بذور الكاكاو اللازمة لها من مناطق إنتاج معينة .

أما عجينة الكاكاو التي يتم تصنيعها في الدول المنتجة للكاكاو ، ففي بعض الأحيان، ، تكون درجة جودتها منخفضة لذلك تعامل بعض المعاملات لإزالة النكهات الغريبة منها قبل تصنيعها إلي شوكولاتة .

2.6.2- السكريات والمحليات الأخري : Sugar and other sweeteners

يستخدم السكروز عالي الجودة في تصنيع بعض أنواع الشوكولاتة ، ولايمثل لون السكر أهمية كبيرة عند تصنيع الشوكولاتة نظرا للونها البني الذي لايتأثر بلون السكر كما

هو الحال مثلا في منتجات الحلوي البيضاء اللون كالفوندان . ولذلك قد تستخدم بعض نوعيات السكر الأقل جودة في تصنيع الشوكولاتة مثل السكر الخام المغسول ولو أنه يحتوي علي نسبة من السكر المحول والرطوبة مما قد يسبب بعض المشاكل في عملية الـ Refining فبينما تتهشم بللورات السكر النقي بسهولة أثناء تلك العملية فإن وجود الرطوبة والسكر المحول في السكر قد يؤدي لتكوين بللورات إسطوانية الشكل تؤثر سلبيا علي قوام الشوكولاتة وتسبب صعوبات في عمليات الدهك conching والتشكيل .

وقد يستبدل جزء من السكر بالدكستروز وشراب الذرة (شراب الجلوكوز) ويستخدم في تلك الحالة الدكستروز اللامائي Anhydrous dextrose . ويسبب شراب الذرة اللامائي بعض المشاكل في صناعة الشوكولاتة بسبب هيجروسكوبيته العالية فتمتص الرطوبة أثناء التصنيع ، وقد تستخدم بعض المركبات الأخري التي تقلل الحلاوة وتقلل التكاليف مثل المحليات اللاسكرية كالسوربيتول والمانيتول والزيليتول .

3.6.2- زبدة الكاكاو : Cocoa butter

تكسب الصفات الطبيعية لزبدة الكاكاو الشوكولاتة القوام المناسب والنكهة المميزة التي لايمكن الاستغناء عنها في منتجات الشوكولاتة المختلفة .

4.6.2- منتجات الألبان : Milk products

يستخدم عادة في صناعة الشوكولاتة مسحوق اللبن الكامل أو المنزوع الدهن وفي بعض الدول يسمح بإستخدام الشرش (بعد التخلص من الأملاح) وكذلك فتات اللبن والسكر والشوكولاتة milk crumbs وقد يستخدم أيضا السمن الطبيعي مع مسحوق اللبن منزوع الدهن لتشابه الصفات الطبيعية للسمن الطبيعي مع زبدة الكاكاو .

5.6.2- المواد المستحلبة Emulsifiers

يعتبر الليسيثين أكثر المواد المستحلبة إستخداما في صناعة الشوكولاتة ويوفر من كمية زبدة الكاكاو المضافة لمخلوط الشوكولاتة .

6.6.2- الدهون الأخري : Other fats

تسمح بعض الدول بإضافة كميات قليلة من أنواع الدهون الأخري في حدود 5% . وتعرف بعض أنواع هذه الدهون ببدائل زبدة الكاكاو . ويجب أن تكون صفاتها الطبيعية والكيماوية مشابهة لزبدة الكاكاو .

7.6.2- المواد المنكهة Flavorings

تأتي نسبة كبيرة من نكهة الشوكولاتة خاصة الشوكولاتة الداكنة من نوع بذور الكاكاو المستخدم في الصناعة . وفي شوكولاتة اللبن ، تؤدي عملية كرملة اللبن لتكون نكهة مميزة في المخلوط . وقد تضاف للشوكولاتة بعض المواد الأخري التي تكسبها نكهة خاصة كالفانيليا ، القرفة ، وزيت القرفة ، زيت اللوز ، زيت الليمون ، زيت البرتقال ، وبعض أنواع المواد العطرية والمواد الراتنجية وكذلك مواد النكهة غير الطبيعية .

8.6.2- المكونات معادة التصنيع Rework

وهو الاسم الذي يطلق علي أنواع الشوكولاتة والحلوي التي يعاد تصنيعها مرة أخري بسبب ظهور عيوب فيها لاتسمح بتسويقها مباشرة بعد تصنيعها ، لذلك فقد يعاد إضافتها في صورة عجائن أو شراب أو فتات كجزء من مكونات الشوكولاتة . وتمنع بعض الدول إضافة تلك المكونات حيث أنها قد تفتح المجال لغش الشوكولاتة بمكونات لاتستخدم أصلا في تصنيعها .

7.2- عمليات تصنيع الشوكولاتة

تتلخص خطوات تصنيع الشوكولاتة (الخام أو شوكولاتة اللبن) في الخطوات التالية:

1- إعداد المكونات ← 2- خلط المكونات ← 3- التنعيم Refining ← 4- تحويل المخلوط إلي عجينة سائلة جزئيا ← 5- الدهك أو معاملة بديلة ← 6- ضبط اللزوجة والنكهة .

1.7.2- إعداد المكونات : Preparation of ingredients

يتم طحن المكونين الأساسيين السكر وفلقات الكاكاو سواء قبل عملية الخلط أو بإستخدام آلة تجري كلا المعاملتين (الطحن والخلط) سويا . ويؤدي طحن السكر من الصورة المتبلورة إلي المسحوق الناعم إلي مخاطر إنفجار آلات الطحن كما أنه يؤدي لإحداث ضوضاء شديدة .. لذلك قد تتجنب العمليات التصنيعية طحن السكر بمفرده .

تسال زبدة الكاكاو والدهون الأخري دون تعرضهما لتسخين زائد ويجب استخدامهما في التصنيع بعد الإسالة مباشرة . وينصح كذلك بعدم تخزين مسحوق اللبن في صوامع مفتوحة بل يفضل إستخدامه بمجرد فتح عبواته . ويجب ألا يزيد المحتوي الرطوبي عن 3% حيث تؤدي زيادته عن 4% لإحتمال حدوث تجلد للقوام Staling . وقد يتم إجراء عملية تجفيف إضافية علي مسحوق اللبن ومسحوق الكاكاو قبل الخلط خاصة عند تصنيع شوكولاتة للتغطية .

2.7.2- الخلط Mixing

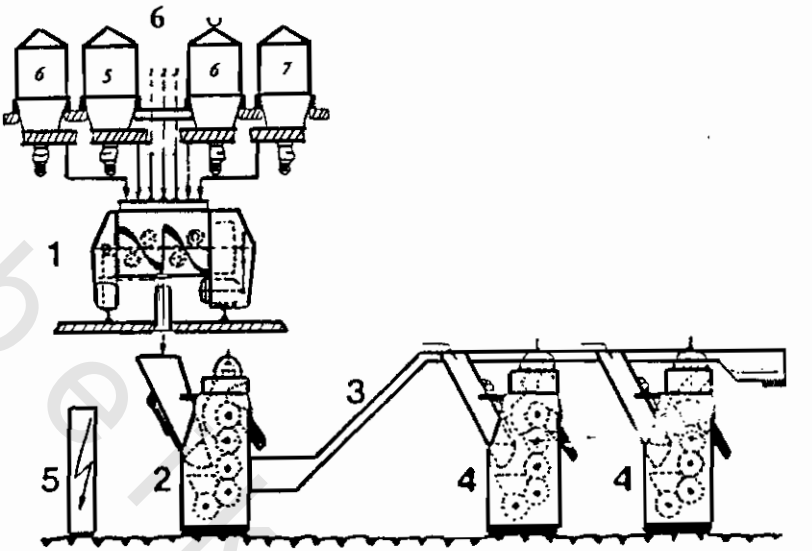
في معظم مصانع الشوكولاتة الحديثة تدفع المكونات إلي أوعية الخلط ببرنامج يتم تشغيله بالحاسب الآلي لضبط مكونات التركيبة تماما وتوحيد صفات المنتج النهائي . وقد لاتسبب الأخطاء الوزنية البسيطة في المكونات الأساسية لصناعة الشوكولاتة مثل السكر ، وعجينة الكاكاو أو مسحوق اللبن عيوبا جوهرية في المنتج النهائي أما أخطاء الوزن التي تحدث في المستحلبات أو المنكهات فقد يكون لها عواقب وخيمة في صفات المنتج النهائي.

فعلي سبيل المثال تتباين نسبة الليسيثين التي تضاف لعجينة الكاكاو في مرحلة الخلط الإبتدائي بسبب ضرورة ثبات لزوجة عجينة الكاكاو حتي عند إختلاف صفات المكونات حتي يكون معدل خروجها من أجهزة الخلط إلي آلات التنعيم Refining ثابتا ، بمعني أن تكون كمية العجينة التي يتم تسليمها لآلات التنعيم محددة بدقة حتي تخرج منها بنفس المواصفات لكل دفعة . ويستغرق عادة وقت الخلط من 12-15 دقيقة .

هذا وقد تجري عمليتي الخلط والتنعيم Refining في جهاز واحد كما في شكل (8.2) .

وتؤدي عملية الخلط قبل التنعيم إلي إنتاج عجينة شوكولاتة تتميز بقوام خشن لحد ما ومتانة ولها بلاستيكية عالية . ومن الأهمية بما كان تماسك قوام عجينة الشوكولاتة لأن عدم التماسك يؤدي لإلتفاف عجينة الشوكولاتة علي إسطوانات التنعيم بطريقة غير سليمة وسمك غير متجانس .

وعادة ماتجري في معامل رقابة الجودة في مصانع الشوكولاتة التجارب المبدئية علي أي تركيبة جديدة قبل إدخالها لخطوط التصنيع لتحديد مواصفات التشغيل .



شكل (8.2): شكل تخطيطي لنظام خلط وتنعيم ثنائي لمخلوط الشوكولاتة

1. وحدة خلط مكونات الشوكولاتة الخام
2. خمسة اسطوانات تنعيم ابتدائي
3. سيور ناقلة لنقل الشوكولاتة لخط التنعيم
4. خمسة اسطوانات تنعيم نهائي للشوكولاتة
5. وحدة تغذية للمكونات بنظام التحكم الآلي
6. تخزين المواد الخام

3.7.2- تنعيم عجينة الشوكولاتة Refining

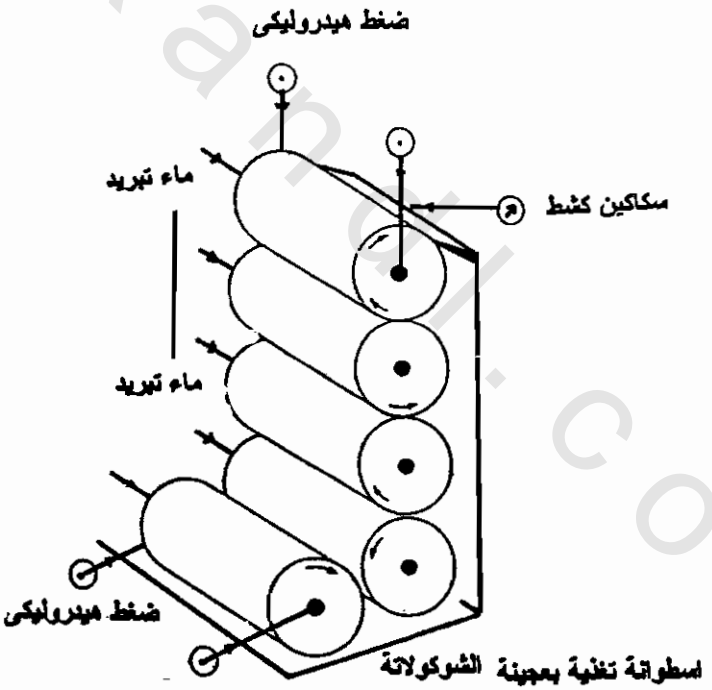
تعتبر عملية تنعيم Refining الشوكولاتة من العمليات الهامة التي تشكل القوام الناعم المرغوب في صناعة الشوكولاتة . ويتباين الحجم المرغوب لجزئيات الشوكولاتة بعد عملية التنعيم مابين 25-75 ميكروميتر . فإذا مازادت عملية التنعيم عن حدودها القصوي ونقص بالتالي حجم جزئيات الشوكولاتة عن 25 ميكروميتر ، يعيب الشوكولاتة الناتجة قوامها اللزج Slimy texture خاصة في حالة شوكولاتة اللبن .

ويؤثر علي طعم وقوام الشوكولاتة الجزئيات في الخلطة ذات الحجم الأكبر مثل السكر ، وعجينة الكاكاو ، وفتات خلطة مسحوق اللبن مع السكر وعجينة الكاكاو milk

crumbs ، ولكلٍ إحساس بالطعم والقوام مختلف عن الآخر . فبلـورات السـكر تعطـي إحساس في الفم بالخشونة ولكنها تذوب بسهولة في اللعاب أما جزئيات الكاكـاو فتعطـي إحساساً مستمرا بالخشونة أما فتات خلطة مسحوق اللبن مع السكر وعجينـة الشـوكولاتة فلها قواما ناعما ولكنها تذوب بعد فترة قصيرة في الفم ، ويعتقد أن وجودها يؤدي للتغلـب علي الإحساس بالقوام اللزج .

ولتوزيع أحجام جزئيات مكونات الشوكولاتة أهمية خاصة من حيث الإحساس بطعم الشوكولاتة حيث يعزي الإحساس بطعم الشوكولاتة بدرجة كبيرة للجزئيات الكبيرة ويـؤدي وجود نسبة عالية من الجزئيات الدقيقة في خلطة الشوكولاتة إلي ضرورة إضافـة نسـبة أعلي من زبدة الكاكاو في خلطة الشوكولاتة مما يزيد من التكلفة .

وتجري عملية التنعيم Refining بواسطة آلات تتكون عادة من خمسة إسـطوانات rolls (أنظر شكلي 8.2 ، 9.2) مرتبة رأسيا ويتم تغذيتها بعجينة الشوكولاتة بدءا من



شكل (9.2): رسم تخطيطي لنظام حديث لتنعيم عجينة الشوكولاتة

الإسطوانة السفلية . وتصنع الإسطوانات الخمسة من الصلب القوي والذي يشكل بطريقة معينة تسمح لفيلم الشوكولاتة المعرض للضغط بين الإسطوانات أن ينتشر علي سطح الإسطوانة كلها .

وتزداد سرعة دوران آلة التنعيم Refining machine من أسفل إلي أعلي (نظام تزايد السرعة differential) مما يسمح بإنتقال فيلم الشوكولاتة من الإسطوانة السفلية إلي الإسطوانة التي تليها ، فالتي تليها .. وهكذا حتي تصل إلي الإسطوانة الخامسة فيتم كشطها بسكاكين الكشط .

وفي وحدات تنعيم الشوكولاتة الحديثة يتم التحكم في الضغط بين البكرات هيدروليكيا وتتم تبريد كل إسطوانة من الداخل بواسطة رشاشات ماء Water jets تنتظم قوة إندفاعها لتبريد الإسطوانات بواسطة ثرموستات حرارة لضخ كمية الماء اللازمة للتبريد لدرجة حرارة معينة .

هذا ويجب إجراء عملية تحكم وتدقيق مستمر علي عملية تبريد الإسطوانات ، فيفضل أن تكون درجات حرارة الإسطوانات الخمسة كالتالي :

الإسطوانة السفلية التي يتم دفع عجينة الشوكولاتة إليها في البداية "Feed roll" من 26–35 درجة مئوية ، الإسطوانة الثانية من 26–35 درجة مئوية ، الإسطوانة الثالثة 29–40 درجة مئوية ، الإسطوانة الرابعة 38–49 درجة مئوية ، أما الإسطوانة الخامسة العلوية فتخفض درجة حرارتها إلي 26–35 درجة مئوية حتي يتم تسليم عجينة الشوكولاتة في صورة متماسكة في المرحلة التالية من التصنيع .

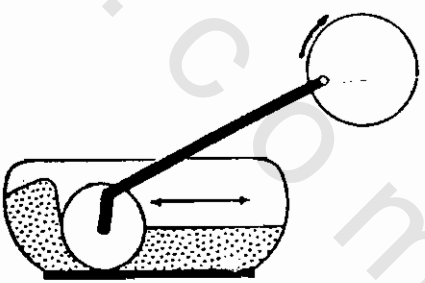
4.7.2- دهك عجينة الشوكولاتة Conching

تعتبر عملية دهك conching عجينة الشوكولاتة العملية التصنيعية الأخيرة التي تجري علي الشوكولاتة الخام أو الشوكولاتة باللبن . وهي عملية أساسية لإظهار القوام والنكهة النهائية للشوكولاتة . ويعزي إسم الآلة The conche التي تجري بها هذه العملية إلي كلمة لاتينية وهي Shell بمعني الصدفة أو المحارة حيث أن عملية الدهك conche التقليدية تتم بدهك عجينة الشوكولاتة حتي تكتسب السطح اللامع .

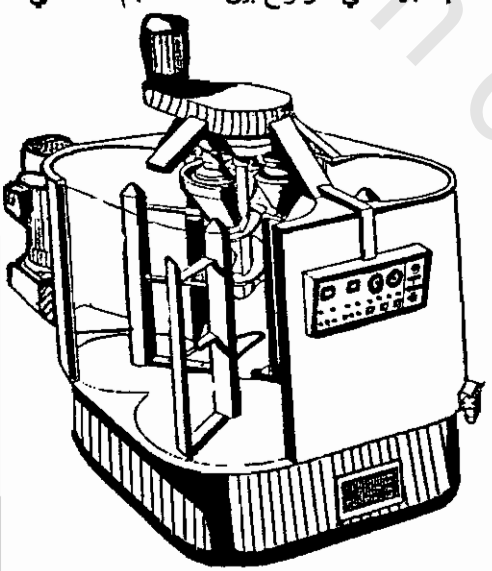
وتجري هذه العملية بإستخدام وحدة تتكون من وعاء من الجرانيت المسطح (شكل 10.2) تتحرك بداخله للأمام والخلف إسطوانات من الجرانيت ثقيلة الوزن متصلة بأذرع من الصلب لتحريكها وتتميز نهايتي وعاء الجرانيت بالشكل نصف الدائري (مقعر للداخل) لكي يمنع إنسكاب الشوكولاتة خارج وعاء الجرانيت ولكي يسمح كذلك بعودة عجينة الشوكولاتة إلي منتصف الوعاء مرة أخري وذلك أثناء مشوار إسطوانات الدهك للخلف .

وبرغم أن وحدة إجراء الدهك التقليدية (شكل 10.2) غير فعالة إلا أن لها تأثيرا أيجابيا علي نكهة وقوام الشوكولاتة . ويؤخذ علي تلك الطريقة أنها تحتاج لوقت طويل ، وتستهلك كميات كبيرة من الطاقة نظرا لثقل الإسطوانات الجرانيتية ، كما أنها تحتاج لعمالة خاصة أثناء تغذية وحدة الدهك بعجينة الشوكولاتة وسحبها بعد إنتهاء العملية .

وقد تم تطوير هذه المعاملة فيما يعرف بالدهك الجاف Dry conching بإستخدام مقلبات ميكانيكية قوية تجري عملية تقليب ميكانيكي قوي علي شرائح الشوكولاتة بعد عملية التنعيم Refining دون إضافة دهن ، وتتميز أجهزة الدهك الاسطوانية (شكل 11.2) بكفاءتها العالية والتباين الكبير في سعة إنتاجها التي تتراوح بين 150 كجم حتي 20 طن .



شكل (10.2): رسم تخطيطي لوعاء الدهك



شكل (11.2): آلة دهك حديثة

وقد كانت عملية الدهك conching في الطرق التقليدية تستغرق حوالي 96 ساعة . أما في الآلات الحديثة للدهك الجاف فقد إنخفض بشدة الوقت اللازم لإجراء هذه العملية . وفي نوع فتات الشوكولاتة المعروف بالـ Milk crumb فإن وقت الدهك يستغرق حوالي 10-16 ساعة علي درجات حرارة من 49-52 درجة مئوية . أما في شوكولاتة اللبن تستغرق عملية الدهك من 16-24 ساعة وتكون درجة الحرارة في حدود 60 درجة مئوية. وعادة ماتدهك الشوكولاتة الداكنة Dark chocolate علي درجات حرارة أعلي (70 درجة مئوية) وفي بعض الأحيان حتي 82 درجة مئوية .

وتؤدي عملية الدهك لتحقيق المزايا التالية في الشوكولاتة :

- إزاله جزء من الرطوبة من عجينة الشوكولاتة .
- إزالة بعض المركبات الطيارة التي تسبب نكهات غير مرغوبة .
- تقلل من لزوجة عجينة الشوكولاتة بعد عملية التنعيم .
- نشر وتوزيع المكونات الصلبة في الدهن السائل .
- ظهور نكهة مميزة نتيجة عملية الخلط لمدة طويلة علي درجة حرارة مرتفعة نسبيا .

الباب الثالث

بعض المواد الخام المستخدمة في صناعة الحلوي

obeikandl.com

obeikandl.com

3- بعض المواد الخام المستخدمة في صناعة الحلوي

تشمل المواد الخام المستخدمة في صناعة الحلوي والشوكولاتة المواد التالية : المحليات وتكون أساسا من السكريات ، إلا في بعض أنواع الحلوي التي تصنع لحالات خاصة ، والدهون ، والغرويات ، والمواد المكسبة للطعم والرائحة ، والمواد الملونة ، واللبن ومنتجاته ، والكاكاو ، ومواد خام أخري . وسنستعرض فيما يلي بعض هذه المواد الخام .

1.3- المحليات Sweeteners

تقسم المواد المكسبة للطعم الحلو إلي قسمين رئيسيين :

- محليات غذائية Nutritive sweeteners
- محليات غير غذائية Non-nutritive sweeteners

وتشمل المحليات الغذائية السكريات ، السكريات الكحولية ، شراب الذرة ، شراب الذرة عالي الفركتوز ومعظمها مركبات طبيعية تنتجها النباتات .

أما المحليات غير الغذائية فهي مركبات إصطناعية مخلقة ... وتتميز المحليات الغذائية بإنتاجها للطاقة عند تمثيلها غذائيا في جسم الإنسان حيث ينتج الجرام الواحد من الجلوكوز والفركتوز حوالي 4 كالوري ، إلا أن هناك محليات طبيعية لاتنتج طاقة عند تمثيلها غذائيا Non-caloric مثل مركب الستيفيوزيد Stevioside وهو عبارة عن جليكوزيد ثنائي يتم إستخلاصه من نبات بري يسمي Stevia rebaudiana .

وهناك محليات إصطناعية مخلقة كالإسبارتام تنتج كمية قليلة من الطاقة عند تمثيلها غذائيا ويطلق عليها محليات منخفضة السعرات الحرارية Low caloric sweetener وبوجه عام فإن معظم المحليات غير الغذائية الأخري لاتنتج طاقة عند تمثيلها غذائيا .

- **النظرية الجزيئية للطعم الحلو Molecular theory of sweeteness**

يظهر إحساس الإنسان بالطعم الحلو عند طرف اللسان حيث تستقبل الطعم الحلو مستقبلات الطعم باللسان والتي يبلغ عددها تقريبا في اللسان حوالي 10.000 وتتراوح فترة حياتها من 12–10 يوم ويتناقص عددها بزيادة عمر الإنسان . وتتميز مستقبلات

الطعم Taste receptors بوجه عام بأن كل مجموعة منها حساسة أو تستجيب لطعم معين فمنها ماهو حساس للطعم الملحي ومنها ماهو حساس للطعم الحلو ، أو الحامضي ، أو المر .

ولكي يتم إحساس الإنسان بالطعم الحلو تستقبل مستقبلات الطعم الحلو البروتينية عند طرف اللسان المركب الكيميائي الذي يتكون من تركيب كيميائي وفراغي معين لكي يعطي الإحساس بالطعم الحلو .

ويفسر التركيب الكيميائي والطعم الحلو لأي مادة طبقا لنظرية التركيب الثلاثي Tripartite حيث يحمل صفة الطعم الحلو مركب كيميائي يطلق عليه جليكوفور Glycophore يتكون من وحدتين مرتبطتين سويا "AH" ، "B" ومعهما مركب ثالث "γ" وتترتب هذه الوحدات الثلاث في شكل معين يطلق عليه Tripartite (التركيب الثلاثي) مكوناته كالتالي :

الوحدة "AH" :

عبارة عن مجموعة كيميائية تتكون من أكسيجين أو نيتروجين مع عنصر الهيدروجين مثل NH_2 أو NH أو OH ... الخ .

الوحدة "B" :

عبارة عن مجموعة تتكون من أكسيجين أو نيتروجين أو أي مركز كهروسالبي Electronegative قادر علي جذب ذرة هيدروجين لتكوين رابطة هيدروجينية مع الوحدة "AH" .

الوحدة "γ" :

فهي عبارة عن الجزء من الجزيء غير المحب (الكاره) للماء Hydrophobic ولايشترط أن يكون مجموعة دالة معينة .

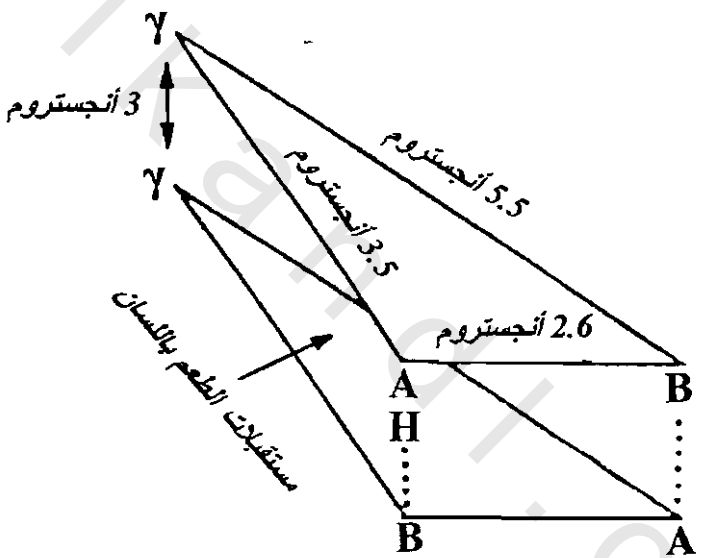
وتبلغ المسافة بين الوحدات "AH" ، "B" ، "γ" كما يلي :

AH ، B = 2.6 °A (أنجستروم) ، B ، γ = 5.5 °A ، A ، γ = 3.5 °A .

أما المسافة المدارية Orbital distance بين بروتون AH ، B فتبلغ حوالي 3 °A.

وفي الشكل ثلاثي الأبعاد الموضح في شكل (1.3) فإن الجليكوفور يرتبط بمستقبلات receptors الطعم الحلو في طرف اللسان . ويتكون الإحساس بالطعم الحلو نتيجة للإرتباط بروابط هيدروجينية بين الوحدتين AH ، B في الجليكوفور ومجموعتين متماثلتين AH ، B في مستقبلات الطعم الحلو باللسان (شكل 1.3) . أما المجموعة γ فتعمل علي توجيه وتنظيم جزيء الجليكوفور ووحداته AH ، B بحيث تقترب من المجموعتين المماثلتين لهما في مستقبلات الطعم الحلو علي طرف اللسان .

ويوجد التركيب AH ، B جليكوفور في أنواع كثيرة من المركبات الكربوهيدراتية خاصة في التركيب 1 ، 2 جليكول .

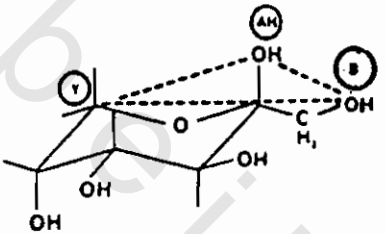


شكل (1.3): نموذج التركيب الثلاثي Tripartite للمركبات حلوة الطعم

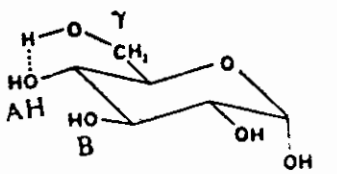
ويجب أن تكون روابط السكريات في الشكل الحلقي الخماسي في وضع معين حتي تكون المسافات بين الوحدات AH ، B ، γ بالأبعاد سابقة الذكر .

فعلي سبيل المثال ، ففي سكر البيرانوز فإن الزاوية بين α-D-C1 ، α-D-1C تكون 60 درجة ويكون المركب الناتج حلو الطعم . أما إذا ماأصبحت الروابط بالشكل B (B-D-1C) فإن نفس المركب لايكون طعمه حلوا .

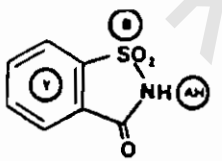
ويوضح الشكل (2.3) بعض الجليكوفورات لمركبات حلوة الطعم . ويلاحظ من نفس الشكل (2.3) أوضاع AH ، B ، γ . كما يلاحظ أيضا أن بعض الأحماض الأمينية مثل التربتوفان ، الهستيدين ، الفينيل آلانين ، التيروزين ، الليوسين ، الجليسين تتميز بطعمها الحلو في الصورة D أما مشابهاتها في الصورة L فإنها قد لايكون لها طعما أو مرة .



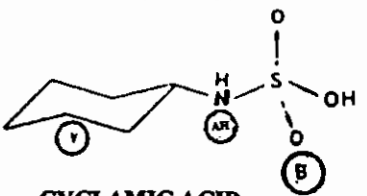
β-D-FRUCTOSE



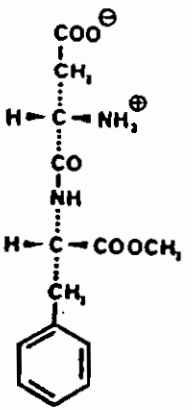
D-GLUCOSE



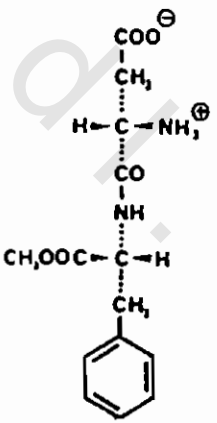
SACCHARIN



CYCLAMIC ACID



L-Asp-L-Phe-OCH_3
(200 x Sucrose)
مركب حلو الطعم



L-Asp-D-Phe-OCH_3
(not sweet)
مركب غير حلو الطعم

شكل (2.3): تركيب بعض المركبات حلوة الطعم

أما الأسبارتام شكل (2.3) وهو من المحليات منخفضة السعرات الحرارية عند تمثيله غذائيا ، ويسوق تجاريا تحت إسم Nutra Sweet فيتكون من الميثيل إستر للببتيد الثنائي L-phenylalanine , L-asparatyl (L-Asp-L Phe-O-CH_3) . ويتميز هذا الببتيد الثنائي بأن حلاوته تعادل 180 – 200 مرة قدر حلاوة السكروز .

وتوجد في الأسواق أنواع أخري من المحليات الاصطناعية تتبع مجموعة الأمينوسلفونات Aminosulfonates منها مركبات السيكلامات cyclamate ، السكارين Saccharin ، Acesulfame K (شكل 2.3) .

ويوضح الجدول (1.3) بعض أنواع المحليات المتاحة في الأسواق ، ودرجة حلاوتها بالنسبة للسكروز إذا إعتبرت درجة حلاوته الواحد الصحيح ، كذلك هل تنتج تلك المحليات طاقة عند تمثيلها غذائيا .

جدول (1.3): بعض أنواع المحليات التي تسوق تجاريا ودرجة حلاوتها وقيمتها الغذائية .

الإسم		درجة الحلاوة (سكروز = 1)	القيمة الغذائية
السوربيتول	Sorbitol	0.5	+
الزيليتول	Xylitol	1.0	+
السيكلامات	Cyclamate	40.0	–
السكارين	Saccharin	450.0	–
الأسبارتام	Aspartame (Nutra Sweet)*	200.0	+
	Acesulfame-K (Sunnett)*	200.0	–
الستيفيوزيد	Stevioside (Steviosin)*	300.0	
جليسريزين	Glycyrrhizin (Magna sweet)*	50.0	+
الثوماتين	Thaumatin (Talin)*	2000.0	+

المصدر : Food Technol. 40 (8), 1999-1986.

* الاسم التجاري لمادة التحلية.

وتستخدم السكريات ذات الطعم الحلو في صناعة منتجات عديدة من الحلوي ويتوقف نوع السكر المستخدم في صناعة صنف معين من الحلوي علي عدة عوامل أهمها :

- الخواص الطبيعية المميزة للسكر ، ودرجة نقاوته .
- الإختلاف في نوع ونسبة الشوائب والتي تؤثر علي الناتج النهائي للحلوي المصنعة من نوع معين من السكر .
- تأثير نوع السكر المستخدم علي الصفات الوظيفية functional properties والخواص التكنولوجية للحلوي المصنعة منه .
- العوامل الاقتصادية والمتعلقة بإمكانية الحصول علي صنف معين من السكر وتكلفة إستخدامه في الحلوي وسعره المتداول .

ومن أهم أنواع السكريات المستخدمة في صناعة الحلوي :

1.1.3- سكر السكروز

وقد سبق شرح طرق إستخلاص وإنتاج السكر من القصب والبنجر . وتختلف أنواع السكروز في درجة نقاوتها فقد تصل إلي 99.95٪ في بعض الأنواع العالية النقاوة ، إلا أنها تصل في السكر الأبيض إلي 99.8٪ ، وتصل في السكر البني إلي 98.0٪ فقط . ويستخدم السكر البني في صناعة بعض أنواع الحلوي مثل بعض أنواع الفودج والتوفي ، ويلاحظ أن الشراب غير النقي للسكر البني يعطي نكهة مرغوبة Pleasant flavor .

2.1.3- سكر الدكستروز

يصنع الدكستروز بالتحليل المائي للنشا وتصيل درجة حلاوته إلي 0.75 مقارنة بالسكروز ، وعند إستخدامه كبديل للسكروز في صناعة الحلوي يغير لحد ما صفات الطعم والقوام .

ويوجد نوعين من الدكستروز :

- الدكستروز اللامائي Anhydrous dextrose أي لايحتوي علي ماء تبلور .
- الدكستروز أحادي التأدرت Dextrose monohydrate ويتميز بإحتواء جزيئة علي جزيء واحد من ماء التبلور ، وبلوراته ذات حجم أصغر من بللورات

السكروز ، وينوب في الماء بدرجة أقل من السكروز . ويستخدم الدكستروز بكثرة في صناعة الفوندان لصغر حجم بللوراته ، ولقدرته علي الإحتفاظ بنسبة من الرطوبة داخل الحلوي لإكسابها القوام المميز ، كما يعمل علي منع تبلور السكروز في الحلوي المحتوية علي مخلوط منهما .

3.1.3. شراب (عسل) الجلوكوز والنشا المتحلل

Glucose syrup and starch hydrolysates

يعتبر شراب الجلوكوز أو شراب الذرة أحد المكونات الرئيسية في صناعة الحلوي. وشراب الجلوكوز هو محلول نقي ومركز يتكون من الـ D جلوكوز ، المالتوز وبعض البوليمرات التي تتكون من الـ D-Glucose . ويتم الحصول عليه بإجراء تحليل حامضي جزئي للنشا الغذائي الذي يعتبر المصدر الرئيسي لشراب الجلوكوز ففي أوربا يستخدم نشا الذرة وكذلك في مصر للحصول علي شراب (عسل الجلوكوز) وفي بعض الدول الأخري قد يستخدم نشا البطاطس أو القمح لإنتاج شراب الجلوكوز .

ويتميز شراب الجلوكوز المحضر بالتحليل الحامضي للنشا (يستخدم عادة حامض HCl) بنقاوته العالية ولزوجته التي قد تكون مرغوبة . ويعيب شراب الجلوكوز المحضر بالتحليل المائي للنشا صعوبة التحكم في نسبة ونوع بعض أنواع السكريدات المكونة لشراب الجلوكوز .

وينتج كذلك شراب الجلوكوز بمعاملة مشتركة من الحامض والإنزيمات أو بمعاملة إنزيمية فقط لإمكان التحكم بدرجة أكبر في تركيب شراب الجلوكوز الناتج .

ويوضح الجدول (2.3) تركيب السكريات في أنواع شراب الجلوكوز الثلاثة المنتجة سواء بالتحليل الحامضي أو بالمعاملة المشتركة بين الحامض والأنزيمات أو الإنزيمات فقط.

ويعبر عن مدي تحلل النشا كمية السكريات المختزلة المقدرة كدكستروز ويستخدم معامل أو مكافيء الدكستروز Dextrose equivalent (DE) للدلالة علي مدي تحلل النشا إلي دكستروز ، ويعرف "بالقوة الإختزالية الكلية معبرا عنها كدكستروز محسوبة كنسبة مئوية من محتوي المادة الصلبة . أي كمية الدكستروز / كمية المادة الصلبة الموجودة في شراب الجلوكوز .

جدول (2.3): مكافيء الدكستروز وتركيب السكريات في بعض أنواع شراب الجلوكوز

مكافيء الدكستروز ونوع السكر	شراب جلوكوز أنتج بالتحليل الحامضي			
مكافيء الدكستروز (DE)	(30)	(36-34)	(43-42)	(55)
دكستروز Dextrose	10	13.5	19	31
مالتوز Maltose	9	11.5	14	18
مالتوتريوز Maltotriose	10	10	12	13
مالتوتترأوز Maltotetraose	8	9	10	10
مالتوبنتأوز Maltopentaose	7	8	8	7
مالتوهكسأوز Maltohexaose	6	6	7	5
مالتوهبتا أوز Maltaoheptaose	5	5.5	5	4
سكريات عديدة Higher sugars (9 وحدات أو أكثر)	45	36.5	25	12
شراب جلوكوز أنتج بالتحليل الحامضي والإنزيمي				
مكافيء الدكستروز (DE)	(42)	(48)	(63)	(70)
دكستروز Dextrose	6	9	37	43
مالتوز Maltose	45	52	32	30
مالتوتريوز Maltotriose	12	15	11	7
مالتوتترأوز Maltote traose	3	2	4	5
مالتوبنتأوز Maltopentaose	2	2	4	3
مالتوهكسأوز Maltohexaose	2	2	3	2
مالتوهبتا أوز Maltaoheptaose	-	-	-	-
سكريات عديدة Higher sugars (9 وحدات أو أكثر)	30	18	9	10
شراب جلوكوز أنتج بالتحليل الإنزيمي فقط				
مكافيء الدكستروز (DE)	(42)	(53)		(65)
دكستروز Dextrose	2.5	2		34
مالتوز Maltose	56	75		47
مالتوتريوز Maltotriose	16	14		3
مالتوتترأوز Maltote traose	0.7	0.5		2
مالتوبنتأوز Maltopentaose	0.4	0.4		1.5
مالتوهكسأوز Maltohexaose	0.7	0.6		1.0
مالتوهبتا أوز Maltaoheptaose	-	-		-
سكريات عديدة Higher sugars (9 وحدات أو أكثر)	23.7	7.4		11.5

المصدر :

Jackson, E.B. (Editor) (1995), Sugar confectinery Manufacture. Blackie Academic and Professional, an imprint of Champan & Hall, Great Britain.

ويدل رقم مكافيء الدكستروز "DE" المرتفع علي وجود كمية أكبر من الدكستروز في عسل (شراب) الجلوكوز ... ففي 100 جم من شراب الجلوكوز ، إذا كانت نسبة المواد الصلبة به 80% ، وكانت نتيجة تقدير الدكستروز (بمحلول فهلنج) تعادل 36 جم دكستروز نقي يكون معامل (مكافيء) الدكستروز DE مساوي

$$\% 45 = 100 \times (36/80) =$$

وتوجد أنواع كثيرة من شراب الجلوكوز بنسب متباينة من الدكستروز والمكونات الأخري (أنظر جدول 2.3) . فيستخدم في صناعة الحلوي الصلبة نوع من شراب الجلوكوز قيمة مكافيء الدكستروز له من 40-42 ويعمل هذا النوع الذي يعرف بالنوع القياسي "Regular D-E" علي منع تبلور السكروز ولايكسب الحلوي القوام اللزج ، أما الحلوي الطرية فيتراوح قيمة مكافيء الدكستروز لشراب الجلوكوز المستخدم في صناعتها بين 55-65 وتسمح هذه النسبة بالمحافظة علي نسبة من الرطوبة في الحلوي فتكسبها القوام الطري .

أما نواتج تحلل النشا فتتميز بمكافيء دكستروز أقل منه في عسل (شراب) الجلوكوز وتقسم تبعا لمكافيء الدكستروز لها إلي :

- المالتودكسترينات **Maltodextrins** ويكون مكافيء الدكستروز لها أقل من 20
- جوامد شراب الجلوكوز المجففة بالرذاذ ويكون مكافيء الدكستروز لها أكبر من 20

وتودي نواتج تحليل النشا عند إستخدامها في صناعة منتجات الحلوي المختلفة الوظائف التالية :

- تعمل علي خفض الفقد في حجم الحلوي أثناء التخزين والتداول .
- تمتص الزيوت والدهون فتحافظ علي قوام المنتج وصفاته الإنسيابية .
- تساعد علي إنتشار المكونات المستخدمة في صناعة منتجات الحلوي فيحدث خلط جيد لهذه المكونات .
- تودي لتوحيد والمحافظة علي جودة منتجات الحلوي خاصة تلك المكونة من مكونات طبيعية .

- تقلل تكاليف بعض المنتجات بإحلالها جزئيا بدلا من نسبة من اللاكتوز ومسحوق اللبن عند صناعة حلوي الأقراص المضغوطة .
- يمكن أن تضاف في صناعة المار شمالو بدلا من حوالي 15% من نسبة بياض البيض المستخدمة .

4.1.3- السكر المحول Invert sugar

ويصنع بإضافة حامض الهيدروكلوريك 0.02-0.05% أو حامض الستريك أو الطرطريك 0.2% إلي محلول السكروز بتركيز75-80% مع التسخين علي درجة حرارة 95-100 درجة مئوية ثم يعادل الحامض بعد تمام عملية التحويل بمحلول كربونات الصوديوم . ويستخدم السكر المحول في صناعة الحلوي بغرض التحكم في تركيبها ولمنع تبلور السكروز كما يحافظ علي الحلوي من الجفاف . ويتميز السكر المحول بحلاوته لإحتوائه علي سكر الفركتوز كما أنه أكثر ذوبانا من السكروز. ويباع السكر المحول في الأسواق علي هيئة عسل (شراب) نسبة المواد الصلبة به حوالى75-80%

5.1.3- الفركتوز

من أكثر مجالات التقدم العلمي أهمية في صناعة النشا هو الوصول لإنتاج الفركتوز من النشا بإستخدام إنزيم Isomerase . فأمكن إنتاج مخلوط سكريات يحتوي علي 42% فركتوز ودرجة حلاوته تعادل تقريبا حلاوة السكروز ، يعرف بإسم شراب الذرة عالي الفركتوز high-fructose corn syrup (HFCS) .

وعادة مايستخدم الفركتوز في صناعة بعض أنواع الحلوي لتحقيق الأهداف التالية :

- يمكن إستخدامه لمرضي السكر حيث يختلف تمثيله الغذائي عن الجلوكوز والسكروز.
- يزيد من درجة الحلاوة لأن حلاوته أعلي من السكروز .
- يمنع تبلور السكريات في منتجات الحلوي غير المتبلورة .
- تحسين وإظهار طعم ونكهة الفاكهة .

- يعمل كمادة مرطبة Humectant .
- يقلل من تلف الأسنان عند إستخدامه بديلا للسكروز .

6.1.3- الكراميل أو السكر المحروق Caramel

ينتج الكراميل في أبسط صورة بحرق السكر وهو عبارة عن مادة سكرية بنية اللون يسمح بإستخدامها في صناعة الحلوي . ويحضر الكراميل عادة بتسخين محاليل السكريات المختزلة مع هيدروكسيد الأمونيوم "NH_4OH" أو هيدروكسيد الصوديوم NaOH مع ضبط ومراقبة درجة الحرارة جيدا أثناء التفاعل لنحصل علي المنتج المرغوب .

وقد يتم إنتاج الكراميل علي هيئة مسحوق بتجفيف الكراميل السائل بواسطة مجففات الرذاذ في وجود دكسترين النشا ، ويجب تعبئة مسحوق الكراميل المجفف Spray dried caramel في عبوات تمنع نفاذ الرطوبة لهيجروسكوبيته العالية وشدة إمتصاصه للرطوبة.
ويكسب الكراميل منتجات الحلوي نكهة مميزة ، كما يسبب تلون الحلوي باللون البني ، ويرطبها . كما يستخدم الكراميل أيضا كمادة لاصقة أو رابطة مع الحبوب والنقليات .

7.1.3- السكر الثلجي Icing sugar

وينتج بطحن سكر القصب أو البنجر إلي جزئيات صغيرة جدا (0.0025 سم) وعادة ماتضاف مواد تمنع التكتل Anticaking agent بنسبة 1-2 % للدرجات التجارية من السكر الناعم المطحون .

8.1.3- سكر اللاكتوز Lactose

يستخدم اللاكتوز في صورة سكر متبلور أو قد يستخدم بصورته الخام في صورة شرش مركز يحتوي علي 80% لاكتوز . ويتميز اللاكتوز بقدرته العالية علي الارتباط بالدهن في بعض أنواع التوفي . ويعيب إستخدام الشرش المركز كمصدر للاكتوز ظهور نكهة مشابهة لنكهة الجبن في منتجات الحلوي المصنعة منه .

9.1.3- السوربيتول Sorbitol

يوجد السوربيتول في الطبيعة في النباتات البحرية والفاكهة التوتية وعادة مـــايحضر صناعيا بتسخين الدكسترين مع القلويات ثم تجري عمليات معادلة وهدرجة تحت ظـــروف خاصة من درجات الحرارة المرتفعة والضغط ، والنيكل كعامل مساعد .

ويعتبر السوربيتول عامل مرطب وذلك لقدرته علي الإحتفاظ بالرطوبة .

10.1.3- سكر المابل Maple sugars

يستخرج سكر المابل من شجر المـــابل الســـكري Acer saccharum ويشـــيع إستخدامه في أمريكا وكندا ، ولاينتج هذا السكر بمصر . ويتمـــيز ســـكر المـــابل بنكهتـــه المرغوبة والتي تؤدي لزيادة الإقبال علي الحلوي المصنعة منه .

2.3. الصموغ والمواد الجيلية Gums and Gelling Agents

تكسب مجموعة الصموغ والمواد الجيلية أنواع الحلوي التي تستخدم فيها قواما مميزا وبدون هذه المواد كانت ستقتصر منتجات الحلوي علي بعض منتجات الحلوي المغلية . وهذه المجموعة إما أن تكون سكريدات عديدة Polysaccharides أو بروتينات أو شقوق بروتينية وتختلف صفاتها بإختلاف تركيبها ، وأهم صفة تجمع بينها هي كبر حجم جزئياتها كما أنها تعمل كغرويات في المحاليل . وتعرف الغرويات بأنها تلك النظم التي تتراوح أبعاد واحد أو أكثر من مكونات جزيئاتها بين النانوميتر والميكروميتر . ومن ضمن الصفات الهامة التي تحدد خواص الغرويات : حجم جزيء الغروي ، شكله ومرونته ، الصفات الكهربائية لسطح جزيئاته ، والطريقة التي يتفاعل بها الغروي مع المذيب وكذلك الطريقة أو الميكانيكية التي تتفاعل بها جريئات الغروي مع بعضها البعض.

وتمتاز المواد الغروية بعدة خواص وصفات وظيفية يمكن الإستفادة منها في صناعة أنواع الحلوي المختلفة . ومن أهم خواص المواد الغروية :

- تتميز معظم جزيئات الغرويات بأنها تحمل شحنات إلكتروستاتيكية عند ذوبانها في محلول وتعتمد طبيعة هذه الشحنات علي pH المحلول .
- ترتبط الغرويات المحملة بالشحنات مع الجزيئات المحملة بشحنات مخالفة لها مما يعمل علي ثبات المخلوط .
- لها القدرة علي تكوين محاليل غروية مرتفعة اللزوجة عند خلطها بالماء .
- تعتمد الصفات الريولوجية لمنتجات الحلوي علي الطريقة التي تخلط بها مكوناتها من الغرويات مع بعضها البعض ومع باقي المكونات .
- ترتبط الغرويات بالرطوبة وتحافظ عليها بكفاءة عالية .
- تعمل الغرويات علي ثبات مكونات الحلوي كما تؤدي وظائف أخري كمواد إستحلاب ومثبتات للقوام .
- تؤثر الغرويات علي معدل تكوين البللورات وشكلها في منتجات الحلوي المتبلورة .
- تستخدم الغرويات كمواد مثبتة للنكهة واللون في الحلوي .

ومن الأهمية بمكان وضع أنواع الصموغ والمواد الجيلية المختلفة في أقسام ويعتمد وضع المادة الغروية في قسم ما علي صفاتها وماتؤديه من وظائف فهناك بعض أنواع من الغرويات قد توضع في أكثر من قسم نظرا لأنها تؤدي أكثر من وظيفة في مخلوط الحلوي. وفي بعض الأحيان تغير ظروف التصنيع من سلوك وصفات المادة الغروية فقد تتحول من مادة غير جيلية إلي مادة جيلية ... أو قد لاتكون جيل بمفردها ولكنها تشترك مع مواد أخري في تكوين الجيل .

1.2.3. العوامل المكونة للجيل Gelling agents

لهذه المواد القدرة علي الإرتباط ببعضها البعض ، أو ترتبط مع جزيئات مكونات أخري ، تحت الظروف المناسبة لإنتاج الجيل . وبعض هذه المواد بمفردها قد يكون وزنها الجزيئي صغيرا إلا أنها تحت الظروف المناسبة تنتج جزيئات كبيرة تكون مسئولة عن الصفات الريولوجية للجيل . وتعتمد قوة وطبيعة الجيل المتكون علي عدد الروابط بين مكوناته وقوة هذه الروابط . ويطلق علي المناطق التي تتكون عندها الروابط بين مكونات الجيل المختلفة بمناطق الإرتباط أو الإتصال Junction zones .

ويتكون الجيل البروتيني بتجمع جزئيات البروتين المدنتر بدرجة معنية ينتج عنها تكوين شبكة متصلة من الجزيئات . وتمثل المعادلة التالية ميكانيكية تكوين الجيل البروتيني

تجمع الجزئيات		دنترة		
x Pn	$\xrightarrow[K_1]{\text{Denaturation}}$	x Pd	$\xrightarrow[K_2]{\text{Aggregation}}$	(Pd) x

حيث تعبر ... x عن عدد جزئيات البروتين "P"

n عن وجود البروتين في حالته الطبيعية Native state

أما d فتعني حدوث دنترة لجزئيات البروتين

فإذا ماكان معدل تجمع جزئيات البروتين المدنتر "xPd" – K_2 – أسرع من معدل دنترته – K1 – تتكون شبكة خشنة من جزئيات البروتين أي يكون الجيل معتم مع وجود فواصل بين طبقاته . أما إذا كانت – K2 –(معدل تجمع جزئيات البروتين المدنتر) بطيئة بدرجة كافية فإن الجيل المتكون يكون أقل إعتاما بل ويميل للشفافية ويكون أكثر مطاطية.

ويؤثر علي تكوين الجيل البروتيني عدة عوامل أهمها درجة الحرارة ، الـ pH ، القوة الأيونية ، تركيز البروتين .

أما جيلي البكتين والمواد المشابهة فيتكون بترتيب سلاسل السكريدات العديدة Polysaccharides بطريقة ما وتكوين مناطق إرتباط أو إتصال بينها لتصبح في شكل شبكة يعمل علي ثبات تركيبها الروابط الهيدروفوبية (الكارهة للماء) لمجاميع إسترات الميثيل Methyl esters وكذلك الروابط الهيدروجينية الداخلية . وعندما يكون عدد مجاميع إسترات الميثيل كبير في جزئيات البكتين يعرف الجيل المتكون منه "بجيل البكتين عالي الميثيل" .

ويمكن تمثيل كمية الطاقة الحرة اللازمة لتكوين مناطق إتصال بالمعادلة الآتية :

ΔG°	-	ΔG°	$+\Delta G^{\circ}$	$-T\Delta S$
الطاقة الحرة اللازمة لتكوين مناطق الإرتباط بين الجزئيات		الطاقة اللازمة للإرتباطات الهيدروفوبية = -18.6	الطاقة اللازمة للروابط الهيدروجينية = -37.5	الطاقة المفقودة نتيجة حركة البوليمر لتكوين مناطق الإتصال = +41.1

ويسبب إنخفاض رقم الـ pH في جيلي البكتين عالي الميثيل إكتساب مجاميع الكربوكسيل $COO^{-}H^{+}$ بروتونات (H^{+}) ، ونقص قوي التنافر الإلكتروستاتيكي بين سلاسل البكتين ، وزيادة الروابط الهيدروجينية . إلا أنه لاتكفي طاقة الروابط الهيدروجينية (37.5 -) وحدها للتغلب علي طاقة الفقد في الانتروبي (41.1 +) وتلزم طاقة إضافية لتكوين مناطق الإتصال ، يتم الحصول عليها من الإرتباطات الهيدروفوبية بين مجاميع إسترات الميثيل وتساعد المواد المذابة كالسكروز في خفض درجة النشاط المائي وبالتالي تكون حركة الماء أقل لإذابة جزئيات البكتين والمواد المشابهة فتزداد قوي الإرتباط الهيدروفوبية بين مجاميع إسترات الميثيل . وبدون السكروز تكون مساهمة المجاميع الهيدروفوبية في تكوين مناطق الإتصال أقل .

أما عندما تكون جزيئات البكتين منخفضة الميثيل Low methoxy pectin فتحتاج لثبات مناطق الإرتباط بين جزيئاتها إلي أيونات ثنائية التكافؤ كالكالسيوم Ca^{++} لتكوين

كباري داخلية بين السلاسل البكتينية التي سترتبط مع بعضها البعض بواسطة أيونات الكالسيوم . وتهدف إضافة أيونات الكالسيوم تعويض النقص في قوة الروابط الهيدروجينية في جيل البكتين منخفض الميثيل .

وتحتاج الحلوي التي تصنع في صورة جيلية إلي العوامل المكونة للجيل ضمن مكوناتها ومن أهم هذه المواد الجيلاتين والذي يستخرج من عظام وجلد الحيوانات ، والأجار أجار ويستخرج من الطحالب ، والنشا ويستخرج من الحبوب أو الدرنات ، والبكتين ويستخرج من الفاكهة بالإضافة لبعض المركبات الأخري كالألجينات والكاراجينان .

وتجدر الإشارة أن الكاراجينان والألجينات والآجار أجار والبكتين وكذلك الصموغ النباتية لاتهضم ولاتمثل في جسم الإنسان لذلك تستخدم في صناعة أنواع الحلوي منخفضة السعرات الحرارية Low calorie sweets .

وفيما يلي فكرة مختصرة عن بعض العوامل المكونة للجيل والمستخدمة في صناعة الحلوي :

1.1.2.3- الآجار أجار "E406" Agar agar :

يتبع الأجار أجار السكريدات العديدة والتي تستخرج من الطحالب البحرية الحمراء. ومن أهم الدول المنتجة له اليابان ، ونيوزيلندا ، والدانمارك ، وأستراليا ، وجنوب إفريقيا وأسبانيا .

ويستخدم الماء الساخن لإستخلاص الأجار أجار من الطحالب البحرية ثم ينقي محلول الإستخلاص سواء بالتركيز بالتفريغ أو بإعادة التجميد والإنصهار ، ويلي ذلك إجراء عمليات قصر الألوان علي محلول الإستخلاص لإنتاج أجار فاتح اللون . ويوجد الأجار أجار في صورة مسحوق أو رقائق أو شرائح . ويتميز الأجار أجار برائحة ونكهة مميزة .

وتتباين قوة الجيل Gel strength للأجار أجار بإختلاف مصادر إستخراجه ولذلك يجب تقدير قوة الجيل له قبل إستخدامه في أي منتج من منتجات الحلوي .

ولايذوب الآجار آجار في الماء البارد ولكنه يذوب في الماء الساخن عند 90 درجة مئوية ويكون جيل صلب عند تبريده إلي 30-40 درجة مئوية . ولايذوب هذا الجيل ثانية إلا عندما ترتفع درجة الحرارة عن 85 درجة مئوية .

ولايتأثر الآجار بالحرارة عندما يكون pH المحلول متعادلا ، ويتحطم الآجار بسرعة في الوسط الحامضي ، ويمكن التغلب علي هذه المشكلة أثناء صناعة الحلوي بخفض درجة الحرارة إلي 60 درجة مئوية قبل إضافة أية أحماض عضوية ضمن مكونات الخلطة .

ويمكن الحصول علي أقصي قوة جيلية للآجار عندما يتراوح pH المحلول بين 8-9 ويكون تركيز المواد الصلبة بين 76-78% .

وتتراوح نسبة الآجار في الحلوي الجيلية بين 0.5-1.5% ويحتاج الآجار لكمية كبيرة من الماء لتكوين محلول كامل الإذابة . وعادة مايخلط الآجار بكمية من السكر (10 أمثاله) لمنع التكتل ثم يذاب في كمية من الماء تعادل وزنه 30-50 مرة . وقد قل إستخدام الآجار في منتجات الحلوي لصعوبة إستخدامه في المصانع التي تعمل بصورة آلية كاملة .

2.1.2.3- الألجينات "E401" Alginate :

تستخلص الألجينات من الطحالب البنية Brown algae وكذلك الطحالب البحرية البنية Brown seaweed وتتباين صفات الألجينات بإختلاف مصادر إستخلاصها . ومن أهم الدول المنتجة لها الولايات المتحدة الأمريكية وفرنسا والمملكة المتحدة والنرويج.
1- ويتم إستخلاصها من الطحالب بحامض معدني مخفف لتحويل الألجينات إلي حمض الألجينيك Alginic acid وفي نفس الوقت يزال المانيتول والأملاح المعدنية . 2- وبعد إزالة الأملاح المعدنية من الطحالب تطحن مع إضافة محلول قلوي يعادل حامض الألجينيك ويحوله إلي ألجينات ذائبة ، عندئذ يتم التخلص من المواد السليلوزية غير الذائبة بالترشيح والطفو والترسيب . 3- تعامل الألجينات مرة ثانية بحامض لترسيب حمض الألجينيك الذي يغسل ويجفف . 4- تعاد معاملة حامض الألجينيك بالقلوي لإنتاج الألجينات . 5- تطحن الألجينات وتنخل لحجم جزئياتها المطلوب .

ويتراوح الوزن الجزيئي لألجينات الكالسيوم $[(C_6H_7O_6)_2Ca]_n$ بين 32,000-25,000 والوحدات الأساسية في تركيب الألجينات هي أحماض الجلوكورونيك Glucoronic ، المانيورونيك Mannuronic .

وتتكون الألجينات من سلاسل متجانسة من أحماض المانيورونيك ... "M-M" ... مرتبطة مع بعضها البعض ، وسلاسل متجانسة من أحماض الجولورونيك ... "G-G" ... مرتبطة مع بعضها البعض ثم سلاسل مختلطة من كلا الحامضين ... M-G-M-G ... وتزداد القدرة الجيلية للألجينات بزيادة نسبة أحماض الجولورونيك . ويمتاز جيل ألجينات الكالسيوم بالثبات الحراري أي لاينصهر بالحرارة . ولاتذوب ألجينات الكالسيوم في الماء والأحماض ، والمذيبات العضوية ولكنها تذوب في المحاليل القلوية . أما مشتقات الألجينات القلوية فتذوب بسهولة في الماء البارد وتعمل كمواد مغلظة للقوام thickeners . ولاتستخدم الألجينات بكثرة في صناعة الحلوي ولكنها تستخدم كمواد تغطية في بعض منتجات الحلوي لمنع إلتصاقها سويا بدلا من إستخدام الزيوت المعدنية .

3.1.2.3- الكاراجينان Carrageenan

يستخلص الكاراجينان من الطحالب البحرية الحمراء ، وهو من العوامل المكونة للجيل . وتوجد هذه الأنواع من الطحالب البحرية الحمراء في فرنسا ، والمغرب ، والأرجنتين ، وبيرو ، وشيلي ، والفلبين ، وأندونيسيا . ويتكون الكاراجينان من وحدات عديدة من سكر الجالاكتوز المرتبط بمركبات كبريتية متأينة . وهناك أنواع عديدة من الكاراجينان إلا أنها تشترك جميعا في الشق الذي يمثل العمود الفقري لهذه المجموعة . ويتكون هذا الشق من وحدات من الـ D- جالاكتوز مرتبطة بالتبادل بروابط من النوع α- (1-3) والنوع β -(1-4)، وهناك إحتمال بوجود روابط منزوع منها الماء في وحدات الجالاكتوز عند المواضع 1 ، 4 . ويوجد نوعان رئيسيان من الكاراجينان هما الكابا Kappa واليوتا Iota لهما القدرة علي تكوين الجيل ويحتويان علي مركب D-Galactose 4-sulphate يرتبط بالسلسلة الرئيسية في المواضع 1 و 4 . والفرق الوحيد بين اليوتا والكابا كاراجينان في أن الأول يحتوي علي مجموعة كبريت إضافية في مركب 3 و 6 أنهيدروجالاكتوز .

ولاتوجد كل من الكابا واليوتا كاراجينان أبدا في صورة نقية كل بمفرده بل عادة مايوجدان في صورة مختلطة .

وتتميز أنواع الكاراجينان بالصفات التالية :

1- يذوب الكابا كاراجينان في الماء الدافيء (60-70 درجة مئوية) ويكون الجيل

2- يكون الكابا كاراجينان مع بروتينات اللبن جيل ينصهر بالحرارة "thermoreversible" وقابل للكسر ويمكن أن ينز

3- أما اليوتا كاراجينان فينوب في الماء الدافيء عند 55 درجة مئوية مكونا للجيل

4- يكون اليوتا كاراجينان مع بروتينات اللبن جيل مرن لاينز وينصهر أيضا بالحرارة .

5- هناك نوع آخر من مركبات الكاراجينان يعرف باللامبدا كاراجينان Lambda carrageenan يكون مع بروتينات اللبن جيل ضعيف جدا

6- لمركبات الكاراجينان صفات عديدة فبالإضافة لأنها تعمل علي تثبيت قوام منتجات الحلوي المختلفة فإنها تعمل علي زيادة اللزوجة ولها القدرة علي الإرتباط بالماء ، كما أنها تعمل أيضا كمواد إستحلاب .

4.1.2.3- الجيلاتين Gelatin

يستخرج الجيلاتين بالتحليل الجزئي لكولاجين الأنسجة الضامة للحيوانات . وتعتبر عظام المواشي وجلدها وكذلك جلد الخنازير المصادر الرئيسية للجيلاتين . ويتم تحضير الجيلاتين بنزع الدهن ثم المعاملة بالقلوي liming فالإستخلاص عدة مرات بالماء الساخن. وفي أول مرات الإستخلاص يكون الجيلاتين أجود ولونه أفتح وقوته الجيلية أعلي، أما الجيلاتين المستخلص من المراحل الأخيرة ، فلا يصلح إستخدامه في الغذاء ويفضل إستخدامه كمادة لاصقة .

ويقسم الجيلاتين طبقا لطريقة تحضيره إلي :

النوع type A : ويحضر بالتحليل الحامضي للكولاجين ويتميز بنقطة تعادل كهربي تتراوح بين 6.3-9.5 .

النوع type B : ويحضر بتحليل الكولاجين بالقلوي وتبلغ نقطة تعادله الكهربي بين 4.5-5.2 .

وبعد إستخلاص الجيلاتين من مصادره المشار إليها يتم تركيز مستخلص الجيلاتين حتي يصل تركيزه بين 30-40 % بواسطة مبخرات تحت تفريغ . ثم يعقم محلول الجيلاتين المركز علي 140 درجة مئوية ثم يبرد فجائيا للحصول علي الجيلي .

يجفف الجيلي بالهواء الساخن في مجففات مستمرة حتي يصل المحتوي الرطوبي للجيلاتين إلي حوالي 14% . وتصل نسبة البروتين في الجيلاتين إلي حوالي 80% أما نسبة الرماد فتبلغ حوالي 2% .

يباع الجيلاتين في صورة رقائق أو شرائح أو قطع دائرية أو مساحيق . وتتميز الأنواع الممتازة من الجيلاتين بأنها عديمة اللون والطعم والرائحة .

وفيما يلي بعضا من صفات الجيلاتين :

1- يتراوح المحتوي الرطوبي للجيلاتين من 9-10%.

2- يذوب الجيلاتين في الماء وفي الكحولات عديدة الهيدروكسيل مثل الجليسرول والبروبيلين جليكول .

3- يعتبر الجيلاتين من المواد المثبتة حيث يمنع بللورة السكروز وإنفصال المستحلبات.

4- يستخدم الجيلاتين إما كعامل مكون للجيل أو لإدخال الهواء Wipping or Aerating agent لذلك فانه يستخدم فى صناعة منتجات الحلوى الجيلية أو منتجات الحلوى المخفوقة.

5- من أهم صفات الجيلاتين كمادة مكونة للجيل قدرته علي تكوين جيل طري ينصهر عند درجة حرارة الجسم تقريبا .

6- ينصهر جيل الجيلاتين بالتسخين ويتصلب بالتبريد علي درجة حرارة تعتمد علي تركيزه .

7- من أهم مميزات الجيلاتين كمادة قابلة للخفق إنتاج رغوة كثيفة ولاتنهار قبل تصلب الجيل .

8- قبل إذابة الجيلاتين في الماء ، يتم غمره في الماء البارد فيمتص من خمسة إلي عشرة أمثال وزنه ماء ، وعند 50-60 درجة مئوية يذوب الجيلاتين المنتفخ وبالتبريد يكون جيل ، وعند التدفئة ينصهر الجيل المتكون أي أن عملية تكوين الجيل وإنصهاره عملية عكسية تعتمد علي درجة الحرارة

9- يمتص الجيلاتين من خمسة إلي عشرة أمثال وزنه ماء أثناء غمره .

10- تعتبر محاليل الجيلاتين بيئة ممتازة لنمو الميكروبات كما أنها بروتين حيواني يمكن تلوثه بالبكتريا المرضية ولذلك يجب الإهتمام بالشئون الصحية والمواصفات الميكروبيولوجية أثناء تخزينه وإستخدامه في التصنيع .

11- حيث أن الجيلاتين حساسا للأحماض فعادة ماتضاف الأحماض العضوية في الحلويات التي تحتوي علي جيلاتين في نهاية خطوات التصنيع لأن إضافتها في بداية خطوات التصنيع يؤدي لتحطيم الجيلاتين .

12- تتميز محاليل الجيلاتين بلزوجتها المرغوبة التي تجعل لها إستخدامات عديدة في الصناعات الغذائية المختلفة .

13- تقدر قوة الجيلي التي تنتج عن كمية معينة من الجيلاتين بالقدرة علي مقاومة الإختراق Bloom بإستخدام جهاز يعرف بالجيلوميتر . وتتلخص طريقة تقدير قوة الجيلي كما يلي :

- يحضر محلول مائي من الجيلاتين بتركيز 6.67% في دورق زجاجي بفوهة واسعة.
- يوضع دورق محلول الجيلاتين في حمام مائي بارد علي 10 ± 1 درجة مئوية لمدة 17 ساعة .
- تقدر صلابة الجيل المتكون بعد تبريد محلول الجيلاتين بجهاز الجيلوميتر gelometer ، وذلك بحساب الوزن بالجم اللازم لهبوط غاطس بقطر 12.7 مم

مسافة قدرها 4 مم من سطح الجيل . وكلما زاد وزن الغاطس الذي يخترق الجيل كلما زادت قوة الجيل أو مقاومة الإختراق Bloom rating .

وتتراوح درجات مقاومة الاختراق للجيلاتين التجاري بين 60-260 جم ، وتوجد أيضا أنواع جيلاتين تزيد درجات مقاومة الإختراق Bloom strengths عن 260 .

ويوضح جدول (3.3) العلاقة بين تركيز محلول الجيلاتين الذي يعطي 100 درجة مقاومة اختراق Bloom strength وتركيزات محلول الجيلاتين التي تعطي نفس عدد درجات مقاومة الإختراق (100 درجة) عند تباين التركيز .

جدول (3.3) : العلاقة بين تركيز محلول جيلاتين ذو قوة مقدارها 100 درجة مقاومة إختراق ومايكافئها من تركيزات محاليل جيلاتين أخري لها درجات مقاومة إختراق مختلفة .

درجات مقاومة الإختراق للجيلاتين %	60	80	100	140	200	260
تركيز محلول الجيلاتين%	7.7	6.7	6.0	5.1	4.3	3.7
	10.3	8.9	8.0	6.8	5.7	5.0
	12.9	11.2	10.0	8.4	7.1	6.2
	15.5	13.4	12.0	10.1	8.5	7.4

المصدر :

Lees, R. and Jackson, B. (1973). Sugar Confectionery and Chocolate Manufacture, Leonard Hill, Glasgow.

13- يمكن إستخدام الجيلاتين مع البكتين والآجار والنشا ، وصمغ الأكاسيا في خلطات الحلوي .

5.1.2.3- البكتين Pectin

أحد المواد المكونة للجيل ويستخرج بصفة رئيسية من جدر خلايا الفواكه كما يوجد أيضا في أنواع عديدة من الخضروات . ومن أهم مصادر إستخراج البكتين صناعيا قشور الموالح وتفل (لب التفاح بعد عصره) التفاح Apple pomace .

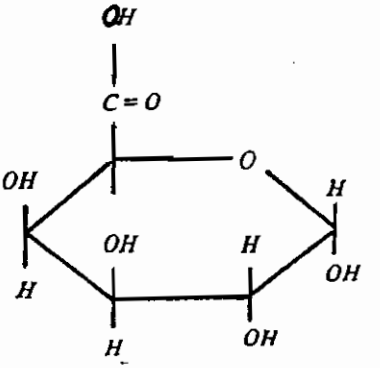
وتتلخص طريقة إستخلاص البكتين من قشور الموالح أو تفل التفاح فيما يلي :

- تعامل قشور الموالح أو تفل التفاح بحامض ساخن فيتفكك البكتين من البروتوبكتين .
- تزال المواد غير الذائبة في محلول الحامض بالضغط والترشيح وفي وجود عوامل مساعدة للترشيح Filter aids .
- يتم تركيز محلول البكتين بإستخدام المبخرات .
- تجري عملية الترسيب بطرق متباينة لإنتاج نوع معين من البكتين كما يلي :
  - إذا تم ترسيب البكتين بسرعة ينتج مباشرة البكتين عالي الميثيل High-methoxyl pectin .
  - إذا ترك المحلول لبضعة أيام قبل الترسيب تنخفض نسبة مجاميع الميثيل وينتج البكتين منخفض الميثيل Low-methoxyl pectin .
  - أما البكتين الأميدي منخفض الميثيل Amidated low methoxyl pectin فيتم تصنيعه بإضافة الأمونيا عند مرحلة الترسيب .
- يستخدم الكحول في عملية الترسيب ثم يغسل الراسب بتركيزات متدرجة الإرتفاع من الكحول حتي يغسل في النهاية بكحول نقي .
- تضغط ألياف البكتين ثم تجفف تحت تفريغ وتطحن وتنخل لحجم الجزئيات المطلوب .
- يمكن ترسيب البكتين علي صورة ملح غير ذائب ثم يزال الألومنيوم بالغسيل بالكحول الحمضي .

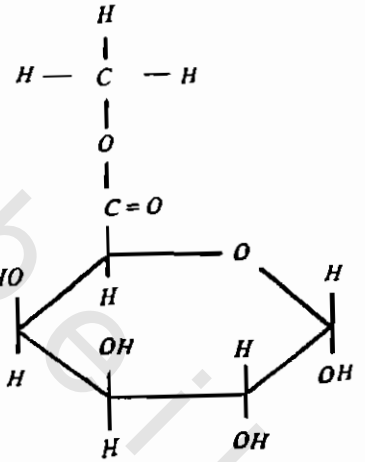
ويتكون البكتين كيميائيا من عدة مئات من وحدات حمض الجلاكتورونيك Galacturonic acid المرتبطة مع بعضها بالرابطة 1-4 . ويتراوح الوزن الجزيئي للبكتين بين 20 000 إلي 100 000 . تجري عملية ميثلة لوحدات حمض الجلاكتورونيك فتؤثر درجة الميثلة علي صفات البكتين تأثيرا كبيرا .

ويوضح شكل (3.3) التركيب الكيميائي لحمض الجلاكتورونيك GA وحمض الجلاكتورونيك المميثل " MGA " .

وتعرف النسبة بين مجموعات حمض الجلاكتورونيك المميثلة MGA لعدد وحدات حمض الجلاكتورونيك الكلية في جزئ البكتين بدرجة الميثلة Degree of



شكل (3.3): 1- Galacturonic acid
حمض الجلاكتورونيك .



2- Methoxylated galacturonic acid
حمض الجلاكتورونيك المرتبط بمجموعة ميثيل

methylation (DM) أو هي عدد وحدات الميثيل في كل 100 وحدة حمض جلاكتورونيك . فإذا مازادت هذه النسبة عن 50 يطلق علي البكتين ... البكتين عالي الميثيل High methoxyl pectin وإذا ماأنخفضت هذه النسبة عن 50 يعرف البكتين بالبكتين منخفض الميثيل Low methoxyl pectin .

أما البكتين الأميدي والذي يحضر بتحويل مجموعة الكربوكسيل لمجموعة أميد "$CO\text{-}NH_2$" فتعرف درجة أميديته بمتوسط عدد مجاميع الأميد في كل 100 وحدة حمض جلاكتورونيك وقد حددت التشريعات الغذائية في معظم الدول بألا تزيد درجة الأميدية Degree of amidation في هذا النوع عن 25% . كذلك لم تحدد التشريعات الغذائية حدود قصوي لاستهلاك الإنسان من البكتين عالي الميثيل . أما البكتين منخفض الميثيل فقد حددت التشريعات الغذائية حدود قصوي لإستهلاك الإنسان اليومي لها Acceptable Daily Intakes .

وفيما يلي بعض أهم الإعتبارات الواجب مراعاتها عند إستخدام البكتين في صناعة منتجات الحلوي المختلفة .

1- تختلف صفات الجيل بين نوعي البكتين ففي حين لاينصهر جيل البكتين عالي الميثيل كلية بعد تكوينه ، يتميز جيل البكتين منخفض الميثيل بأنه يمكن أن يتكون مرة أخري عند تبريده بعد إنصهاره Thermoreversible .

2- يستخدم البكتين عالي الميثيل في تصنيع جيلي الفواكه الحامضية بينما يستخدم البكتين منخفض الميثيل في منتجات الحلوي التي يقترب رقم الحموضة لها "pH" من التعادل.

3- يمكن إستبدال جزء من الجيلاتين بالبكتين (حتي 25%) دون حدوث تغيرات معنوية في قوام منتجات الحلوي . أما إذا إستبدل أكثر من 25% من الجيلاتين بالبكتين فإن قوام منتجات الحلوي يصبح أكثر طراوة وأقل قابلية للمضغ Less chewy .

4- بإستخدام البكتين مع النشا ينتج قوام عجيني يكون مرغوبا فقط عند صناعة الملبن .

5- عند إستخدام البكتين في صناعة منتجات الحلوي يجب ضبط رقم الحموضة (pH) أثناء التصنيع .

6.1.2.3- النشا Starch

يتواجد النشا كغيره من المواد الكربوهيدراتية في المملكة النباتية ويستخرج من الحبوب أو الدرنات . ففي مصر والولايات المتحدة الأمريكية يستخرج النشا من الذرة أما في أوربا حيث تتوفر البطاطس فيصنع النشا منها ، وفي دول جنوب شرق آسيا يصنع النشا من الأرز والتابيوكا .

ويتكون النشا من وحدات من الجلوكوز توجد في صورة سلاسل طويلة غير متفرعة كما في الأميلوز الذي يتكون من 200-500 وحدة جلوكوز ، وسلاسل متفرعة كما في الأميلوبكتين تتكون من 20-30 وحدة جلوكوز فقط . وتختلف النشا عن أنواع العوامل المكونة للجيل الأخري في أنها في صورتها الطبيعية لاتذوب في الماء وتكون معلق . ويمكن تمييز أصل النشا بفحص حبيباتها بالميكروسكوب حيث يختلف شكل حبيباتها بإختلاف مصادرها .

وعند تسخين النشا في الماء تبدأ حبيباته في إمتصاص الماء وتنتفخ وعند تسخينها لدرجات حرارة أعلي تنفجر الحبيبات وتزداد اللزوجة عندما تبدأ الجلتنة ثم تقل بارتفاع درجة الحرارة وبالتبريد تزداد اللزوجة بسرعة كبيرة ويتكون القوام الجيل . ويتميز الجيل بلونه الأبيض غير الشفاف ونعومة قوامه كما أنه لايتأثر كثيرا بالتغير في رقم الحموضة (pH) لأن جزيء النشا لايحمل شحنات قابلة للتأين .

ويمكن تتبع التغيرات التي تحدث في محلول النشا أثناء تسخينه بالفحص الميكروسكوبي لحبيباته أو بقياس اللزوجة بإستخدام جهاز Barbender amylograph .

ويختلف سلوك أنواع النشا المختلفة عند التسخين فعلي سبيل المثال يتجلتن نشا البطاطس عند درجات حرارة أقل من نشا الذرة (جدول 4.3) ، كما تتميز نشا البطاطس بأن أقصي لزوجة تصل إليها بالتسخين تكون أعلي من نشا الذرة ، أما بالتبريد فإن الزيادة السريعة التي تحدث في اللزوجة تكون أقل في نشا البطاطس عنها في نشا الذرة .

ويتميز نشا الأميلوبكتين بأنه لايتجلتن لذلك لاتظهر فيه هذه الزيادة في اللزوجة .

ومن أكثر أنواع النشا إستخداما في صناعة الحلوي نشا البطاطس إذ يكون الجيل عند تركيز منخفض كما لايحتوي علي كثير من المواد الدهنية التي تكون موجودة بنسب ضئيلة في أنواع نشا الحبوب .

ويوضح جدول (4.3) بعض الصفات لأنواع نشا مستخرجة من مصادر مختلفة .

جدول (4.3): بعض صفات أنواع نشا مختلفة .

الصفة	الذرة	القمح	البطاطس
نوع الجيل			
أ – درجة الصفاء Clarity والوضوح	معتم	معتم	شفاف
ب – القوام	هزيل Short	هزيل	متماسك جدا Very cohesive
حجم الحبيبات (ميكروميتر)	25-5	10-2	100-5
نسبة الأميلوز/الأميلوبكتين	74/26	75/25	76/24
درجة حرارة الجلتنة (م °)	72-67-62	64-61-58	68-63-59

وهناك أنواع من النشا المحتوية علي نسبة مرتفعة من الأميلوز قد تصل مـــن 50-75% وتسمي النشا عالية الأميلوز High amylose starches وهي تنتج من أصنـــاف معينة من الذرة المنتجة بتكنولوجيا الهندسة الوراثية . وتستخدم النشا عالية الأميلـــوز فـــي صناعة بعض أنواع الحلوي الصلبة حيث يتجلتن الأميلوز علي درجات حـــرارة مرتفعـــة تصل لحوالي 120 درجة مئوية كما يستقر بسهولة عند التبريد مكونا قواما صلبا ثابتا .

كذلك يتم تعديل التركيب الكيميائي للنشا لإكسابها خواص طبيعية أفضـــل ولتحقيـــق أغراض معينة في صناعة الحلوي ، وكذلك لتعديل الصفات الريولوجية للنشا . ومن أمثلـــة تلك الأنواع معدلة التركيب الكيميائي "Thin boiling starches" النشا المنخفضة فـــي نقطة الغليان وتتميز بلزوجة أقل بسبب إنخفاض وزنها الجزيئي عن النشا العادي ، والنشـــا المؤكسد Oxidized starches ويتم إنتاجها بـــإجراء عمليـــة أكســـدة لجـــزيء النشـــا بالهيبوكلوريت حيث تسبب أكسدة جزيء النشا إنخفاض في قابليته لتكوين الجيل ، والنشـــا المعامل بحامض الفوسفوريك ... الخ .

3.3. عوامل إدخال الهواء Aerating or Whipping Agents

تستخدم هذه المواد في صناعة بعض منتجات الحلـــوي للمحافظـــة علـــي الـــهواء المدفوع في مخلوط الحلوي نتيجة لعمليات الضـــرب beating والخفـــق whipping ، وتعمل عوامل إدخال الهواء (أو إنتاج الرغوة) علي الإحتفاظ بخلايـــا أو فقـــاقيع هوائيـــة بداخل تركيبها وتخفض من الوزن النوعي لمخلوط الحلوي فيزداد حجمها ويقـــل وزنـــها ويمتاز قوامها بالهشاشة وتلك صفات مرغوبة في بعض منتجات الحلوي .

وبوجه عام إذا تم إدخال أو دفع الهواء في أي مادة جيلية بطرق ميكانيكية (كـــالضرب والخفق) أو كيميائية (كإنتاج CO_2) وإستقر شكل المادة الجيلية بعد دفـــع الـــهواء فيـــها ، يطلق عليها حينئذ منتج مخفوق أو مشبع بالهواء Whipped or aerated product

وتتميز عوامل إدخال الهواء بالقدرة علي إنتاج الرغوة وتقاس هذه الصفـــة بحجـــم الرغوة Foam volume أما الصفة الأكثر أهمية فهي مدي ثبات الرغوة الناتجة Foam stability وتحملها لعمليات التصنيع . ويرتبط حجم وثبات الرغوة بلزوجة محلول المـــادة الجيلية فعندما تكون اللزوجة أقل تنتج رغوة وفيرة ثباتها ضعيف ، وتؤدي زيادة اللزوجـــة لإنتاج رغوة أقل وثبات أعلي .

ومعظم عوامل إدخال الهواء بروتينات أو شقوق بروتينـــات ، وكلمـــا زادت نســـبة المجاميع الهيدروفوبية (الكارهة للماء) في البروتينات تقل قدرتها علـــي إنتـــاج الرغـــوة . وللدهون تأثيرا مثبطا علي إنتاج الرغوة وثباتها في معظم خلطات الحلوي التي يدخل فـــي تركيبها عوامل إدخال الهواء ، ويستثني من ذلك ألبيومين البيض .

ومن أهم المواد المستخدمة كعوامل لإدخال الهواء فـــي صناعـــة بعـــض منتجـــات الحلوي مايلي :

1- ألبيومين البيض المجفف

2- بروتينات اللبن مثل اللبن الفرز المجفف بالرذاذ ، والشرش ، أو مخلوط الشرش مـــع اللبن الفرز ، أو الكازين واللبن المتحلل .

3- بروتينات الصويا

4- أنواع خاصة من الجيلاتين .

5- بعض المواد غير الغذائية مثل مشتقات السليلوز كالكربوكسي ميثيل سليلوز ، الإيثيل ميثيل سليلوز .

وفيما يلي نبذة مختصرة عن بعض هذه المواد :

• **ألبيومين البيض المجفف** : عبارة عن مخلوط من بروتينات بياض البيض يمثل بروتين الأوفالبيومين 45% منه . ويتم إنتاجه بتجفيف بياض البيض علي صواني مسطحة في مجففات الهواء الساخن فتنتج رقائق تطحن وتنخل ، كما يتم تجفيفه بمجففات الرذاذ علي هيئة مسحوق . ويتسخين محلول ألبيومين البيض يتخثر في تفاعل غير عكسي ويزداد ثباته الحراري عند وجوده في محلول سكري أعلي في التركيز فتزداد درجة حرارة تخثره من 65 درجة مئوية إلي 75 درجة مئوية عندما يزيد تركيز المواد الصلبة الذائبة في المحلول من 40 إلي 60% .

• **بروتينات اللبن** : لبعض بروتينات اللبن صفات جيلية ، ويمكن لبعضها أن تصبح عوامل إدخال هواء بعد تعديل صفاتها ، فقد أنتج من بروتينات اللبن أحد عوامل إدخال الهواء وإسمه التجاري Hyfoama وقد نجح إستخدامه في عدة منتجات للحلوي بمفرده أو مع مخلوط من العوامل الجيلية وعوامل إدخال الهواء . وتجدر الإشارة إلي تأثر معظم عوامل إنتاج الرغوة سلبيا بوجود الدهن عدا ألبيومين البيض .

• **بروتينات الصويا** : كانت نكهة الصويا beany flavor في بروتينات الصويا تعوق إستخدامها في منتجات الحلوي حتي تمكن علماء الأغذية من إنتاج بروتينات صويا خالية من نكهة الصويا وذلك ببعض المعاملات الإنزيمية . وتستخدم في صناعة النوجا مخلوط من بروتينات البيض والصويا بنسبة 1:1 كمواد منتجة للرغوة . وتتميز بروتينات الصويا بأن إنتاجها للرغوة لايتأثر سلبيا بطول مدة الخفق كعوامل إدخال الهواء الأخري .

4.3- الصموغ Gums

إفرازات نباتية فمنها ما يسيل من الأشجار عند حدوث جرح علي سطحها الخارجي وتتحول إلي مادة صلبة عند تعرضها للجو ، ومنها مايستخرج من البذور ، ومنها ماينتج

بالتخمر الميكروبي . والصموغ عبارة عن مخاليط مواد معظمها سكريدات عديدة وتمتاز بمحاليلها الغروية اللزجة وبقوتها اللاصقة عند جفافها وهي عادة لاتكون محاليل سميكة القوام من نوع الجيل .

وتنتج أفضل الصموغ في العالم من منطقة كردوفان في السودان الشقيق والذي يعتبر المصدر الرئيسي في العالم لصمغ الأكاسيا مع بعض الدول الأفريقية مثل تشاد والسنغال ونيجيريا ، هذا وقد قل الطلب العالمي علي الصموغ بسبب صعوبة تصديرها من الدول المنتجة وعدم تحقيقها لمواصفات الجودة المطلوبة عالميا ، وظهور منتجات النشا معدلة التركيب والتي أمكن إستخدامها كبدائل للصموغ لتشابه الصفات الريولوجية والوظيفية بينهما .

وفيما يلي نبذة مختصرة عن بعض أنواع الصموغ :

1.4.3- <u>صموغ مستخلصة من الأشجار</u> : مثل الصمغ العربي أو صمغ الأكاسيا "E414" ، صمغ التراجاكانث (الكثيرة) "E413" Tragacanth ، صمغ اللبان Gum chicle .

وعادة ماتنقي الصموغ قبل إستخدامها في التصنيع بإزالة الرمل والحجارة منها ثم إذابتها ، وترشيح محلولها أو إجراء طرد مركزي له لإزالة أي مواد غريبة ، ثم ترسب أو تركز وتجفف .

ومن أهم إستخدامات الصمغ العربي أو صمغ الأكاسيا Gum acacia or gum arabic:

- يستخدم صمغ الأكاسيا في إنتاج حلوي اللبان المنكهة بنكهات مختلفة .
- يستخدم في مكونات شراب تغطية Panning أنواع كثيرة من الحلوي .
- يستخدم كمثبط لعملية تبلور السكريات بسبب وزنه الجزيئي العالي ولزوجة محاليله .
- ويمكن إستخدام صمغ الأكاسيا في خلطات مع أنواع الصموغ الأخري أو المواد المكونة للجيل .
- تعتمد حلوي الباستيلية المعروفة منذ مائة عام في إنتاجها علي صمغ الأكاسيا .

أما صمغ التراجاكانث فهو صمغ عديم الرائحة لزج ويوجد في صورة مسحوق أو قطع ، أصفر اللون ، ولايستخدم بكثرة في صناعة الحلوي .

2.4.3- صموغ مستخلصة من البذور : مثل صمغ بذور الخروب Locust bean or Carob bean gum ، صمغ الجوار Guar gum . وفيما يلي نبذة مختصرة عن صمغ بذور الخروب .

يستخرج صمغ بذور الخروب من إندوسبرم بذور الخروب التي تنمو أشجارها في منطقة البحر المتوسط وكاليفورنيا ، ويستخلص الصمغ النقي بمعاملة البذور بالماء الساخن لإذابة الصمغ ثم ينقي محلول الصمغ بالترشيح . ولترسيب الصمغ يستخدم كحول الأيزوبروبيل ، ولهذا الصمغ لزوجة عالية جدا مما يجعل له إستخدامات عديدة في منتجات الحلوي . فيستخدم هذا الصمغ الذي يذوب عند 80 درجة مئوية كمادة مغلظة للقوام ، كما يستخدم أيضا مع الكابا كاراجينان لتكوين جيل مطاط متماسك ومع الأجار لتكوين جيل الأجار صلب القوام .

3.4.3- صموغ منتجة ميكروبيا : مثل صمغ الزانثان Xanthan ، صمغ الجيلان Gelan gum "E418" ، وينتج الأول عن طريق التخمر الهوائي بميكروب Xanthomonas campestris وينتج الثاني بالتخمر الهوائي بميكروب Pseudomonas elodea ، وتتكون مواد التفاعل عادة من بيئة مغذية تحتوي علي كربوهيدرات ومصدر للنيتروجين وبعض العناصر الأساسية وتضبط ظروف التخمر من حيث رقم الحموضة "pH" ، درجة الحرارة ، التهوية . وبعد فترة التحضين تعقم البيئة ثم يرسب الصمغ بكحول البروبانول أو الأيزوبروبيل وتزال آثار الكحول ثم يجفف ويطحن . هذا وقد صدرت التشريعات الغذائية في دول عديدة مثل الولايات المتحدة الأمريكية ، كندا، اليابان ، وجنوب إفريقيا وإستراليا ... الخ بالموافقة علي إضافة صمغ الجيلان لقائمة المواد المضافة المسموح إستخدامها في منتجات الحلوي .

5.3- الدهون والمواد المتعلقة بها Fats and related ingredients

درست في مقرري الكيمياء الحيوية ، تكنولوجيا الزيوت والدهون كيمياء الزيوت والدهون ، الأحماض الدهنية وتركيبها ودرجة تشبعها والجليسريدات الثلاثية وتركيبها من الأحماض الدهنية وإختلاف صورها وأشكالها . الفوسفوليبيدات والستيرولات ، المواد

الأخري في الزيوت والدهون وإنتاج الزيوت والدهون والمعاملات المختلفة التي تجري عليها لتصبح صالحة للإستهلاك الأدمي مثل الإستخلاص ، إزالة الصموغ . معادلة الأحماض ، قصر اللون ، إزالة الرائحة - أنواع الزيوت الصالحة للإستهلاك الأدمي والصفات الخاصة بكل منها مثل زيت جوز الهند - زيت النخيل - زيت الفول السوداني - زيت الصويا - زيت بذرة القطن - زيت عباد الشمس - زيت السمسم - زيت الشلجم - زيت الزيتون - زيت الذرة ، طرق الحكم علي جودة الزيت ، إنتاج الزيوت المهدرجة وبدائل زبدة الكاكاو .

أما ماسوف نسترجعه في هذا المقرر هو أهم الإعتبارات التي تحدد إختيار نوع معين من الدهن أثناء تصنيع الحلوي مثل :

1- سلوكيات وتغيرات قوام الدهن أثناء الأكل .

2- نكهة الدهن أثناء الأكل .

3- فترة صلاحية منتجات الحلوي وموائمة الدهن المستخدم في خلطة الحلوي لطول فترة الصلاحية .

4- الصفات الوظيفية للدهن أثناء التصنيع وتأثيره علي قوام الخلطة وقابليتها للإنتشار .

5- أسعار الدهون .

وتعتبر تغيرات قوام الدهن أثناء أكل منتجات الحلوي من أهم الصفات التي يعطيها المستهلك القدر الأكبر من الإهتمام عند شرائه لها ويقصد بسلوكيات أو تغيرات قوام الدهن أثناء الأكل كمية الدهن المتبقي صلبا في الفم أثناء الأكل . فالقشدة علي سبيل المثال تنصهر بسرعة في الفم لتعطي قواما سائلا أثناء المضغ . لذلك تفضل الدهون التي تنصهر بسرعة في الفم علي درجة حرارته (37 درجة مئوية) حتي لاتترك الإحساس بالطعم الشحمي في الفم بعد البلع . وعلي العكس من ذلك يفضل في الدهون التي تستخدم في خلطة التوفي أن تكون درجة حرارة إنصهارها أعلي قليلا من 37 درجة مئوية لتكسب قوام التوفي المرونة المميزة له أثناء المضغ وتستخدم الزبدة أو زيت النخيل لتحقيق ذلك .

أما نكهة الدهن أثناء أكل منتجات الحلوي فيفضل أن تكون غير واضحة حتي لاتؤثر سلبيا علي نكهة منتجات الحلوي . وهناك بعض الزيوت كزيت جوز الهند ، وكذلك زبدة الكاكاو تكسب منتجات الحلوي نكهة مميزة مرغوبة .

تتباين فترات صلاحية منتجات الحلوي المختلفة فتتراوح بين ثلاثة أشهر لأنواع الكيك المختلفة ومايشابهها وتصل إلي عام في التوفي . ولذلك يجب الإهتمام بإختيار الزيوت الثابتة للتخزين في منتجات الحلوي التي تخزن لمدد طويلة . ومما هو جدير بالذكر أن الدهون التي تحتوي علي نسبة عالية من الحمض الدهني اللوريك تميل لإكساب الحلوي طعم الصابون أثناء التخزين .

ولصفات الدهن الوظيفية أثناء التصنيع أهمية خاصة فسهولة الإستحلاب ، وتأثير الدهن علي قوام ومطاطية عجينة الحلوي أثناء التصنيع ، وتوزيع الدهن ... الخ ، كل هذه الصفات تعتمد علي نوع الدهن المستخدم .

وفي النهاية فإن أسعار أنواع ومخاليط الدهون المستخدمة في خلطة الحلوي يجب أن تؤخذ في الإعتبار لتحسين إقتصاديات الإنتاج . ويجب أن يكون هدف أقسام تطوير منتجات الحلوي تحديد قائمة بمكونات كل منتج والبدائل المتاحة عند حدوث عجز في الأسواق لأحد أو لبعض المكونات مما يعطي قسم المشتروات في المصنع المرونة في شراء المكونات بأفضل الأسعار .

وتتراوح نقطة إنصهار الدهون المستخدمة في صناعة منتجات الحلوي بين 34-38 درجة مئوية لذلك تجري هدرجة للزيوت النباتية قبل إستخدامها حتي تصل نقطة إنصهارها إلي الحدود المشار إليها . وتستخدم خلطة من الزيوت المهدرجة كبدائل لزبدة الكاكاو وتستخدم فقط في صناعة شوكولاتة تغطية منتجات الحلوي ولاتستخدم بدائل زبدة الكاكاو في صناعة الشوكولاتة .

أما أهم المواد المتعلقة بالدهون وتستخدم في أنواع الحلوي المختلفة :

1.5.3- الليسيثين Lecithin

ويعتبر من أهم مواد الإستحلاب المستخدمة في صناعة الحلوي حيث يعمل كمادة مستحلبة ويؤدي الوظائف التالية :

1- توزيع الدهن جيدا في مخلوط الحلوي ومنع انفصاله .

2- يعمل علي التحكم ، وضبط ، لزوجة الشوكولاتة كما يخفضها بدلا من زيادة كمية زبدة الكاكاو لخفض اللزوجة .

3- كذلك يعمل الليسيثين كمادة مرطبة Wetting agent .

ويتم اختبار عينات الليسيثين المختلفة قبل إستخدامها في صناعة الشوكولاتة وذلك بإضافة نسبة محددة منها إلي عينة قياسية من الشوكولاتة ، وتزداد كفاءة نوع الليسيثين بقدرته علي تحقيق أكبر خفض في لزوجة الشوكولاتة . ومن أهم عيوب إستخدام الليسيثين المستخرج من البذور الزيتية تكوين نكهة غير مرغوبة في الشوكولاتة نتيجة لحدوث ظاهرة الاسترجاع Reversion في أحماضه الدهنية من Cis الي Trans .

2.5.3- الجليسريل أحادي الستيارات Glyceryl monostearate :

يعتبر من أجود المثبتات stabilizers والمواد المستحلبة المستخدمة في صناعة الكراميل والتوفي ، وتفسر ميكانيكية عمل الجليسرول أحادي الستيارات بأن مجموعتي الهيدروكسيل في الجزيء ترتبطان بالسكر والماء ، بينما ترتبط مجموعة الستيارات بالدهن.

ويتميز الجليسريل أحادي الستيارات بتحسين الخواص الإنسيابية للحلوي للزجة ، كما يحسن من مظهر قطع الحلوي عند قطعها بالسكين .

3.5.3- عوامل تسهيل الحركة Release agents

تستخدم هذه المواد لتشحيم المعدات المستخدمة في صناعة أنواع حلوي السكر لمنع التصاقها بمعدات الإنتاج والتغليف ، وقد تستخدم الزيوت المعدنية المرتفعة اللزوجة والعديمة الرائحة ومتعادلة المذاق، هذا وقد ظهرت في الأونة الأخيرة بعض الإعتراضات علي إستخدامها، وقد يستخدم بدلا منها بعض مشتقات الزيوت النباتية إلا أنه يعيبها إحتمال حدوث تزنخ علي سطح الغشاء الرقيق الموجود علي سطح الحلوي أثناء التخزين . ومن أهم مركبات الزيوت النباتية المستخدمة كعوامل لتسهيل الحركة جليسريدات الأسيتيل .

وتؤدي عوامل تسهيل الحركة الوظائف التالية :

1- تكوين غشاء رقيق علي سطح الحلوي يؤدي لتجنب الجفاف السطحي والتصلب الناجمين عن فقد الرطوبة .

2- تعمل علي خفض معدل إنحلال الدهن .

3- تثبط نمو الفطريات .

4- زيادة لمعان قطع الحلوى.

وقد تضاف عوامل تسهيل الحركة للحلوي برشها علي هيئة رذاذ في نهاية خطوات التصنيع لتكوين غشاء رقيق منها علي سطح الحلوي . وتستخدم هذه المواد عادة في صناعة الحلوي المغلية وفي إنتاج حلوي المرقسوس .

<u>أما الشموع</u> : فتستخدم في صناعة الحلوي كمواد لزيادة اللمعان Glazing كما تستخدم كعوامل لتسهيل الحركة وأهم أنواع الشموع المستخدمة ، شمع الكارنوبا Carnauba ، شمع النحل ، شمع البرافين ، شمع الكوندليا Condellia .

6.3- <u>منتجات الألبان المستخدمة في صناعة الحلوي :</u>

وأهم هذه المنتجات اللبن المكثف المحلي ، شراب الشرش المتحلل ، مسحوق اللبن الفرز المجفف ، دهن اللبن ، بروتينات اللبن المتحللة بأنواعها المختلفة هذا وقد سبق دراسة هذه المنتجات وصفاتها الوظيفية في مقررات الألبان . وفي صناعة منتجات الحلوي والشوكولاتة قد تعتبر منتجات الألبان من المكونات الأساسية للخلطة أو قد تضاف بنسب ضئيلة لتؤدي وظائف معينة كعوامل لإدخال الهواء ، ولتحسين الطعم ، كمواد مستحلبة ... إلخ .

7.3- <u>المواد الملونة المستخدمة في بعض منتجات الحلوي :</u>

يجب ألا يكون الغرض من إضافة المواد الملونة إلي منتجات الحلوي جذب وخداع المستهلكين أو خلق الإنطباع بأن مكونات مكلفة (مرتفعة الأسعار) إستخدمت في إنتاج الحلوي . ويلعب اللون المرغوب لمنتجات الحلوي دورا كبيرا في زيادة إقبال المستهلكين عليها خاصة الأطفال ، هذا وقد إحتل اللون المركز الثاني بعد درجة الطزاجة وإحتل الطعم المركز الثالث في إحدي الدراسات التي أجريت علي مجموعة المستهلكين لقياس أفضل الصفات الحسية لمنتجات الحلوي .

وتقسم الألوان التي تستخدم في التصنيع الغذائي بوجه عام إلي ثلاثة أقسام :

* إصطناعية Synthetic ولاتماثل الألوان الطبيعية .

* إصطناعية Synthetic وتماثل الألوان الطبيعية من حيث تركيبها الكيماوي وخواصها .

* طبيعية Natural وتستخرج من مصادر نباتية وحيوانية .

وقد أصدرت اللجنة المشتركة (لمنظمتي الأغذية والزراعة FAO ، الصحة العالمية WHO) لخبراء المواد المضافة للأغذية قائمة بالمواد الملونة الإصطناعية المعروفة والمختبرة والمصرح بإستخدامها في معظم الأغذية (جدول 5.3) .

جدول رقم (5.3) : قائمة بعض المواد الملونة التي أصدرتها اللجنة المشتركة لخبراء المواد المضافة للأغذية .

القسم	اللون	القسم	اللون
Quinoline yellow	أصفر مخضر	**AZO Colors**	
Erythrosine	أحمر	Tartazine	أصفر
Indigotine	احمر/ أزرق	Sunset yellow FCF	برتقالي
Brilliant blue FCF	أزرق	Ponceau 4R	أحمر
Patent blue V	أزرق	Red 2G	أحمر
Green S	أخضر/ أزرق	Azorubine	أحمر
Fast green FCF	أخضر	*Amaranth	أحمر/ أزرق
		Brilliant black BN	أسود
		Brown FK	أصفر بني
		Brown HT	بني

* رفعت بعض الدول الأمارانث من القائمة .

هذا وقد أصدرت المجموعة الإقتصادية الأوربية "EEC" قائمة بالملونات المصرح بإستخدامها غذائيا وقسمت هذه القائمة إلي مجموعات فهناك مجموعات اللون الأحمر ، الأصفر ، والبرتقالي ، الأخضر ، الأزرق ، البني ، الأسود . ويوضح جدول (6.3) مقتطفات من هذه القائمة ومصادر المادة الملونة وبعض صفاتهما .

جدول (6.3): القائمة التي أصدرتها المجموعة الإقتصادية الأوربية لبعض المواد الملونة.

الرقم الكودي	المادة الملونة	المصدر	بعض الصفات
			المواد الملونة الحمراء Red colors
E120	Carmine	طبيعي	يذوب في الماء – مقاوم للعوامل المؤكسدة والمختزلة – سهل التلاشي – الحد الأقصى المسموح به 50 مجم/ 1 كجم .
E122	Carmoisine	إصطناعي	يذوب في الماء ولايذوب في الدهون – الحد الأقصى المسموح به 20 مجم/ 1 كجم أو 100 مجم/ 1 كجم في الجيليات .
E127	Erythrosine	إصطناعي	ذوبان محدود في الماء – لايستخدم في المنتجات الحامضية – الحد الأقصى المسموح به 50 مجم/ 1 كجم
			المواد الملونة الصفراء والبرتقالي Yellow and Orange colors
E100	Curcumin	طبيعي	ثبات ضعيف في بعض البيئات – يذوب قليلا في الماء – يذوب في الكحول والدهون – الحد الأقصى المسموح به 50 مجم / كجم
E102	Tatrazine	إصطناعي	يذوب في الماء – يصلح إستخدامه مع مكونات كثيرة ولايتغير لونه بالضوء .
			المواد الملونة الخضراء Green colors
E110	Chlorophyll	طبيعي	يذوب قليلا في الماء – يشحب لونه بتأثير الضوء – الحد الأقصى المسموح به 500 مجم/ 1 كجم
E142	Green S	إصطناعي	يذوب في الماء – الحد الأقصى المسموح به 100 مجم/1كجم
			المواد الملونة الزرقاء Blue colors
E131	Patent blue	إصطناعي	يذوب في الماء – يصلح إستخدامه مع مكونات كثيرة ولكنه يحتاج لوسط حامضي أقل من pH = 5 ، الحد الأقصى المسموح به 50 مجم/ 1 كجم
E132	Indigo carmine	طبيعي ، إصطناعي	يذوب في الماء – يشحب لونه بفعل العوامل المختزلة – الحد الأقصى المسموح به 50 مجم/ 1 كجم
			المواد الملونة البنية Brown colors
E150	Caramel	طبيعي	يذوب في الماء – الحد الأقصى المسموح به 500 مجم/1 كجم
			المواد الملونة السوداء Black colors
E151	Black PN	إصطناعي	يذوب في الماء – يتغير لونه في المحاليل الساخنة لشراب الجلوكوز – الحد الأقصى المسموح به 50 مجم/1 كجم
E153	Vegetable black	طبيعي	لايذوب في الماء – الحد الأقصى المسموح به 1500 مجم/1 كجم

وهناك أيضا مجموعة المواد الملونة الطبيعية التي تعطي ألوانا مختلفة مثل الكاروتينيات ومنها الطبيعي والإصطناعي (E160) ، الكانثازانثين ومنها أيضا الطبيعي والإصطناعي (E161) ، البيتانين (E162) ويستخلص من البنجر الأحمر ، الأنثوسيانين (E163) وهو مادة ملونة طبيعية أحمر في الوسط الحامضي وأزرق في الوسط القلوي .

وفيما يلي بعض الإعتبارات الواجب مراعاتها عند إستخدام الألوان في منتجات الحلوي :

1- تفضل السلطات الصحية في كثير من الدول إستخدام المواد الملونة الطبيعية بدلا من الإصطناعية ، وقد أظهرت التجارب أن قوة تلوين الملونات الطبيعية كافية لمعظم الأغذية ومنتجات الحلوي بصفة خاصة .

2- بعد ما تم تحديد عدد محدود من الألوان الأساسية التي تستخدم في المنتجات الغذائية أصبحت عملية خلط الألوان للحصول علي اللون المطلوب من العمليات الأساسية في تلوين المواد الغذائية ولذلك تراعي درجة نقاوة الألوان الأساسية ودرجة ذوبانها حتي تعطي اللون المطلوب عند الخلط . وقد تضاف محاليل الألوان الأساسية كل بمفرده لخلطة الحلوي .

3- يتم إعداد الألوان بطرق مختلفة فمنها مايذاب في الماء قبل إضافته لمنتجات الحلوي ، ومنها مايذاب في الزيوت في منتجات الحلوي التي يضاف إليها دهون . هذا وقد تطحن المواد الملونة وتخلط مباشرة بالعجينة الأساسية للحلوي .

4- تباع المواد الملونة الذائبة في الماء في صورة مسحوق أو حبيبات ، ويعيب إستخدام المسحوق في التصنيع الغبار الناجم عنه أثناء إضافته لمنتجات الحلوي أو سائل الإذابة بما يلوث المكان المحيط والعاملين لذلك يفضل إستخدام حبيبات المواد الملونة .

5- تحتاج كل خلطة حلوي لتركيز معين من المواد الملونة يختلف من خلطة لأخري نظرا لإختلاف المكونات .

6- تؤدي بعض مكونات الحلوي خاصة أثناء عمليات التصنيع للتأثير علي الألوان فتصبح باهتة Fade أو شاحبة . ويزداد هذا التأثير عندما يكون لون الحلوي مكون من عدة ألوان أساسية فيؤدي بهتان أي من الألوان الأساسية لتغيير كبير في اللون النهائي للمنتج.

7- يعزي جزء من التأثير الكيميائي الذي يحدث في الألوان للتغير في الصفات الطبيعية للحلوي، فلون الفوندان يكون ناصعا ، وعندما تخفق خلطة الفوندان لإدخال الهواء فيها يفقد اللون كثيرا من توهجه ولمعانه ، كما يتغير مظهر الملبن كثيرا عندما يقطع ويتعرض سطحه الداخلي للهواء الجوي .

8- يوضح جدول (7.3) تأثر الألوان بمحاليل ثاني أكسيد الكبريت ، السكر المحول ، السكر المحول والضوء ، ومايحدث لها أثناء تصنيع الحلوي المغلية .

جدول (7.3): ثبات الألوان أثناء تصنيع منتجات الحلوي .

الألوان	محاليل ثاني أكسيد الكبريت	سكر محول في الفوندان	سكر محول + ضوء	الحلوي المغلية ، فوندان من سكروز/ جلوكوز
الحمراء				
Panceau 4R (E124)	2	2	1	كل الألوان تكون ثابتة
Amaranth (E125)	1	1	1	إذا قل تركيز ثاني أكسيد
Erythrosine (E127)	1	1	1	الكبريت أثناء عملية الغليان
الصفراء				
Tartazine (E102)	3	3	2	
Sunset yellow	2	1	1	
الزرقاء				
Indigo carmine (E132)	1	2	2	

1 = بهتان سريع للون ، 2 = بهتان خفيف للون ، 3 = لايتأثر اللون

لون الكراميل :

الكراميل مادة ملونة مميزة إستخدمت في عديد من منتجات الحلوي كالعرقسوس Licorice . وقد كان الكراميل يعرف بأنه سكر محروق إلا أن طريقة إنتاجه تطورت كثيرا خاصة بعد إعتبار الكراميل مادة ملونة وأصبح تركيبه الكيماوي أكثر ثباتا عن ذي قبل (السكر المحروق) .

يستخدم الكراميل في منتجات الحلوي كالتوفي والبودنج كمكسب للون والطعم .

وتقاس قوة لون الكراميل بوحدات الـ (European Brewing Convection) EBC وتصل في السكر المحروق إلي 20 000 وحدة أما الكراميل المحضر صناعيا بالمعاملة الحرارية للهكسوز في وسط حامضي أو قاعدي فتصل قوة لونه إلي 60 000 وحدة . ونتيجة لبلمرة نواتج تحطيم السكريات أثناء تحضير الكراميل صناعيا يكتسب هذا الكراميل الصفات الغروية ويكون له نقطة تعادل كهربي Iso Electric Point (IEP) .

وعند pH أعلي من نقطة التعادل الكهربي يتحمل الكراميل بشحنة سالبة أما عند pH أقل من نقطة التعادل الكهربي فيتحمل بشحنة سالبة . وعادة يوجد نوعان من الكراميـــل الأول وله نقطة تعادل كهربي في حدود 7 والثاني نقطة تعادله الكهربي في حدود 3 ، ويســـتخدم كل منهما في منتجات الحلوي المناسبة . ويوضح شكل (4.3) نقطتي التعـــادل الكـــهربي لنوعي الكراميل ونوع الشحنات التي يحملها كل نوع ، وصفات الذوبان .

شكل (4.3):- نقطة التعادل الكهربي لنوعي الكراميل .

8.3- المواد المنكهة Flavoring materials

مقدمـــــــــة

مجموعة من المركبات العطرية تضاف إحداها أو مخلوط منها لمنتجـــات الحلـــوي لتكسبها صفات النكهة المميزة لها . وتشمل المواد المكسبة للنكهة (المنكهة) مايلي :

1- المواد النباتية العطرية : مثل الأعشاب والتوابـــل والفانيليـــا ، والفواكـــه ، والنقليـــات والنباتات العطرية .

2- المنتجات المشتقة مباشرة من المجموعـــة الســـابقة كالمســـتخلصات ، المســـتخلصات الكحولية ، والزيوت العطرية والزيوت الراتنجية ، وعصائر الفواكه ومركزاتها .

3- المواد الكيميائية النقية أو المعزولة من المنتجات الطبيعية مثـــل مركـــب اليوجينـــول eugenol المستخلص من زيوت أوراق القرفة ، مركب السترال citrl المستخرج مـــن زيت حشيشة الليمون .

4- المركبات الإصطناعية المحضرة من منتجات طبيعية مثل الفـــانيلين المحضـــر مـــن ليجنين الخشب .

5- المركبات الكيميائية المحضرة بطرق إصطناعية والمماثلـــة فـــي تركيبـــها الكيمـــاوي لمركبات عطرية طبيعية المصدر .

6- المركبات العطرية الإصطناعية التي لايوجد لها مثيـــل فـــي الطبيعـــة مثـــل مركـــب gamma-undecalactone .

7- محسنات النكهة flavor enhancers مثل المالتول maltol .

8- محسنات الطعم المعروفة كالملح والسكريات والمحليات والأحماض العضوية .

9- المذيبات أو المواد الحاملة للنكهات solvent or carrier .

2.8.3- وفيما يلي أهم الإعتبارات الواجب مراعاتها عند إستخدام المواد المنكهـــة فـــي صناعة منتجات الحلوي :

1- يفضل المستهلكين الفواكه الطبيعية كمكسبات للنكهة إلا أن أغلبها يكون ضعيف القوة عند إستخدامه كمكسب للنكهة في منتجات الحلوي . لذلك يفضل تركيز الفواكه الطبيعية عادة تحت تفريغ حتي لاتتطاير نسبة كبيرة من مكونات نكهتها. وتستخدم مركزاتها في منتجات الحلوي .

2- تشمل الزيوت العطرية مجموعة كبيرة جدا من المركبات العطرية التي تستخدم كمكسبات للنكهة . وتستخلص الزيوت العطرية من النباتات العطرية بالطرق الطبيعية كالتقطير والضغط ، أو الإستخلاص بالمذيبات . وتستخدم في صناعة الشوكولاتة والحلوي الزيوت الطيارة التالية : زيت اللوز – زيت الكراوية – زيت الحبهان – زيت القرفة الصيني – زيت القرفة – زيت الشبت – زيت الليمون – زيت القرنفل – زيت الكزبرة – زيت الحبهان – زيت الينسون – زيت قشور الموالح (الليمون – البرتقال – النارنج) – زيت النعناع – زيت الورد ... الخ .

تستخدم المستخلصات العطرية الكحولية Essences لبعض الفواكه أو الزيوت الطيارة أو بعض النباتات العطرية بكثرة في منتجات الحلوي المختلفة كمنكهات . أما الأعشاب والتوابل ومنتجات التوابل فتستعمل بصورة محدودة في منتجات الحلوي .

3- تميل التشريعات الغذائية بل وتفضل إستخدام المنكهات الطبيعية وتحد من إستخدام المنكهات الإصطناعية في صناعة منتجات الحلوي المختلفة .

4- عند تخزين المواد المنكهة ، يجب أن يحدد علي بطاقة عبواتها تاريخ الإنتاج وتاريخ إنتهاء الصلاحية ، كما يجب أن تكون عبواتها مملوءة حتي لاتتعرض للأكسدة الهوائية كما تخزن عادة في جو بارد (4 درجة مئوية) وفي الظلام ، وفي عبوات لاتتفاعل معها.

5- عند إختيار المواد المنكهة لمنتجات الحلوي المختلفة فيجب مراعاة تحملها لظروف التصنيع فعلي سبيل المثال تعامل الحلوي الصلبة (المغلية) Hard candy بدرجات حرارة عالية تصل إلي 154 درجة مئوية لمدة قصيرة ، ثم تستمر لمدة أطول علي 140 درجة مئوية لذلك يجب ألا يتطاير إلا جزء محدود من المواد المنكهة أثناء تلك المعاملة الحرارية حتي لاتتغير نكهة المنتج النهائي للحلوي الصلبة . وعادة ماتضاف

المواد المنكهة للحلوي المغلية في نهاية خطوات التصنيع وبزيادة مقدارها حوالي 25% تعويضا للنقص الناتج في قوة النكهة نتيجة لتطاير جزء منها أثناء المعاملة الحرارية .

6- تتأكسد بعض المواد المنكهة (مثل زيت الموالح) أثناء التخزين مما يؤدي لتكون نكهة التزنخ غير المرغوبة ، ولذلك يجب التأكد من قوة مقاومة المواد المنكهة للتأكسد خاصة في منتجات الحلوي المشبعة بالهواء (المخفوقة) كالنوجا والمارشمالو .

7- عند إستخدام مخلوط من المواد المنكهة في منتجات الحلوي فقد تحدث تفاعلات بين المواد المنكهة مع بعضها البعض أو مع المكونات الأخري لذلك يجب أن يدرك قسم مراقبة الجودة أو الأبحاث في المصنع كيفية إختيار خلطات المواد المنكهة لتدارك هذه المشكلة لأكبر حد ممكن .

8- عند إستخدام منكهات طبيعية في تصنيع منتجات الحلوي يجب إتخاذ كافة الإحتياطات لضمان سلامتها الميكروبيولوجية ، ويفضل تعقيمها حراريا إذا كان تركيبها الكيماوي لايتأثر كثيرا بالمعاملة الحرارية وفي بعض الأحيان يضاف إليها مواد حافظة كيميائية.

9- عند تقييم المواد المنكهة يفضل تقييمها في نفس المنتجات التي ستضاف إليها حيث تؤثر مكونات خلطة الحلوي وطريقة التصنيع علي النكهة النهائية للمنتج مما قد يعطي نكهة مغايرة لحد ما للنكهة الأصلية للمواد المنكهة المضافة .

10- تضاف للبان Chewing gum نسبة أعلي من المواد المنكهة عن منتجات الحلوي الأخري نظرا لقدرة المركبات الصمغية المستخدمة في صناعته علي إمتصاص كمية كبيرة من مواد النكهة دون أن تظهر زيادة في إحساس الإنسان بكثافة هذه النكهة مقارنة بأنواع الحلوي الأخري .

الباب الرابع

تكنولوجيا الحلوي

Confectionery Technology

obeikandl.com

obeikandl.com

4- تكنولوجيا الحلوي Confectionery Technology

1.4- مقدمـــــــة Introduction

يرجع منشأ أو أصـــل كلمـــة حلـــوي Confectionery إلـــي الأصـــل اللاتينـــي Confection والتي تعني Made up . وتستعمل ... كلمة Candy في الولايات المتحدة الأمريكية والتي يرجع أصلها للكلمة الهندية Khandi أو الفارسية Kandisefid .

وقد بدأت صناعة الحلوي تاريخيا منذ إكتشاف الإنسان لعسل النحل Honey حيث إستخدم في تصنيع أنواع ومنتجات عديدة من الحلوي منذ أزمنة بعيدة وذلك قبـــل معرفـــة إستخراج وصناعة السكر . ولقد وجد في آثار قدماء المصريين تركيبات وطرق صناعـــة أنواع متعددة من الحلوي يدخل فيها عسل النحل كمكون أساسي مع خلطه ببعـــض أنـــواع الفاكهة والحبوب لإنتاج أنواع وأصناف عديدة من الحلوي .

ولقد دلت الدراسات التاريخية أن بعض الخامات التي تستخدم حاليا فـــي صناعـــة الحلوي كانت مستخدمة منذ عصور ماقبل الميلاد مثل الصمغ العربي والعرقسوس .

وكان أول إنتاج للسكر المتبلور من قصب السكر في الـــهند وذلـــك فـــي العصـــر المسيحي وكان يقدم السكر ضمن الجزية التي تدفع لإمبراطور الصين من الحكومة الهنديـــة ... ثم إنتشر بعد ذلك في فارس وفي الجزيرة العربية .

وأطلق علي السكر في فارس إسم Kandisefid ومنـــها إشـــتقت كلمـــة Candy للدلالة علي إسم السكر في البداية وسمي السكر في الهند بإسم Shekar ثم عرف الإســـم الحالي Sugar ونقل بعد ذلك إلي صقلية ومنها لأوربا وأفريقيا .

وتعتبر السكريات هي المكون الرئيسي في جميع أصناف الحلوي وذلك بعد خلطـــها بمكونات أخري تختلف في صفاتها وكمياتها في خلطة الحلوي وذلك لإظهار الخصـــائص المميزة لكل نوع منها .

ومما هو جدير بالذكر أن صناعة الحلوي بأصولها الحديثة يرجـــع الفضـــل فيـــها لفرنسا التي بدأت فيها صناعة الملبس منذ سنة 1800 م .

2.4- ومن أهم العوامل التي ساعدت علي تقدم وتطور صناعة الحلوي والشوكولاتة مايلي :

1.2.4- التقدم في إستخدام مصادر الطاقة المختلفة اللازمة لخطوات الصناعة المختلفة .

2.2.4- تطور وتقدم صناعة الماكينات والمعدات اللازمة لإنتاج أنواع الحلوي المختلفة لتوفير العمل اليدوي خاصة في عمليات التغليف والتعبئة .

3.2.4- تطبيق إستخدام المجالات الإلكترونية والكمبيوتر في صناعة الحلوي لإمكان تصنيعها أوتوماتيكيا للعمل علي زيادة وسرعة وتوحيد جودة الإنتاج .

4.2.4- إستخدام الطرق العلمية الحديثة في مراقبة جودة الإنتاج .

5.2.4- تقدم البحوث والدراسات الخاصة بطبيعة وخواص المواد الخام المستخدمة في صناعة الحلوي .

6.2.4- تقدم صناعة المواد المكسبة للطعم والرائحة سواء الطبيعية أو الإصطناعية .

7.2.4- تحديد أهم العيوب التي تظهر في منتجات الحلوي المختلفة ومعرفة طرق وكيفية ملافاتها .

3.4- أنواع الحلوي : The types of Confectionary

يوجد نوعان أساسيان من الحلوي :

- حلوي السكر Sugar confectionery .
- حلوي الشوكولاتة Chocolate confectionery .

تحتوي حلوي الشوكولاتة في تركيبها علي كاكاو بينما لاتحتوي حلوي السكر عليه، وقد سبق الإشارة إلي إعداد الشوكولاتة كمادة خام .

وسنتناول في هذا الجزء من المقرر حلوي السكر .

1.3.4- حلوي السكر : Sugar Confectionery

تقسم حلوي السكر إلي قسمين رئيسيين تبعا للحالة الطبيعية التي يوجد عليها السكر سواء في صورة بللورات ، أو في صورة غير متبلورة .

1.1.3.4- القسم الأول : ويشمل أنواع الحلوي التي يوجد بها السكر في صورة غير متبلورة Non-crystalline form

ويتبع هذا القسم ثلاث مجموعات :

* المجموعة الأولي : وتشمل أنواع الحلوي التالية :
  - الحلوي المغلية Hard Boiled Sweets .
  - التوفي Toffees
  - الكراميل Hard & Soft Caramels
  - حلوي النقل Nut Brittles
* المجموعة الثانية : وتشمل الأنواع التالية :
  - الحلوي الجيلية Most Jellies
  - الباستيلية Pastilles
  - الصموغ Gums
* المجموعة الثالثة : وتشمل بعض أنواع :
  - المارشمالو Marshmallows
  - النوجا المضاغة Chewy Nougats

2.1.3.4- القسم الثاني : وتشمل أنواع الحلوي التي توجد نسبة من السكر بها في صورة محلول ونسبة أخري في صورة بللورات Sugar crystalls .

ويتبع هذا القسم أيضا ثلاث مجموعات :

* المجموعة الأولي : وتشمل أنواع الحلوي التالية :
  - الفوندان Fondants
  - الفودج Fudge
  - الكريمة الإيطالي Italian Creme
* المجموعة الثانية : وتشمل هذه الأنواع :

obeikandl.com

- المارشمالو المتبلورة Grained Marshmallows
- النوجا المتبلورة Grained Nougats

• المجموعة الثالثة : وتشمل الأنواع التالية :

- المارزيبان Marzipan
- عجائن البرالين Praline Pastes
- الأقراص المضغوطة Compressed Tablets
- Panned Goods or Dragees مثل الملبس باللوز (المغلفات) .

وفيما يلي شرح مختصر لأقسام ومجاميع الحلوي السابق ذكرها للتعرف علي أنواعها المختلفة :

1.1.3.4- القسم الأول : وتتبعه أنواع الحلوي التي يوجد بها السكر في صورة غير متبلورة ذائبة .. ويتكون هذا القسم من ثلاث مجموعات :

• المجموعة الأولي : وتشمل أربعة أنواع من الحلوي تشترك في خواص معينة فجميعها يحتوي علي تركيز مرتفع من السكر ونسبة منخفضة من الرطوبة مما يعطيها لزوجة عالية وقيمة حرارية مرتفعة ... وتصنع هذه المجموعة بطبخ مخاليط محاليل السكريات إلي درجات حرارة مرتفعة نسبيا للتخلص من معظم الماء المستخدم في بداية العملية لإذابة السكر .

أما أوجه إختلاف هذه المجموعة في التركيب فيمكن تلخيصها في الجدول التالي:

جدول (1.4): تباين تركيب منتجات حلوي المجموعة الأولي من القسم الأول

المنتج	المكونات الرئيسية	مكونات أخرى	% الرطوبة
1- الحلوي المغلية Boiled sweet	سكر محلول وشراب جلوكوز	-	2.0-0.5
2- التوفي Toffees	سكر محلول وشراب جلوكوز	1) دهن 2) دهن + جوامد لبنية	2.5-2.0 وعند إضافة جوامد لبنية 7.0-3.0
3- الكراميل Caramels	سكر محلول وشراب جلوكوز	دهن ولبن	مرتفعة وتتراوح بين 7.0-3.0
4- الملبس بالمكسرات Nut brittles	سكر محلول وشراب جلوكوز	مكسرات مجزئة	2.0

* المجموعة الثانية : وتشمل هذه المجموعة أنواع الحلـــوي الجيليـــة والباســتيلية والصموغ وتحتوي جميعها علي العامل المكـــون للجيـــل Gelling agent ، وتتميز أفراد المجموعة الثانية من القسم الأول لمنتجات الحلوي بإرتفـــاع نســـبة الرطوبة بها عن أفراد المجموعة الأولي السابق الإشارة إليها . ويوضح الجـدول (2.4) أوجه الإختلاف بين منتجات حلوي هذه المجموعة .

جدول (2.4): تباين تركيب منتجات حلوي المجموعة الثانية من القسم الأول

المنتج	المكونات الرئيسية	مكونات أخري	% الرطوبة
1- الحلوي الجيلية Jellies	سـكروز + شـــراب جلوكـوز + (نشـــا أو أجـــار أو بكتيـــن أو جيلاتين)	أحيانا يضاف سكر محول	28-22
2- الباستيلية Pastilles	(جيلاتيـن أو نشـــا) وتغطي بطبقة من السكر المتبلور	-	20-18
3- الحلوي الصمغية Gums	(صمـــغ عربـــي أو جيلاتين أو نشا معـــدل) + سـكروز + شـــراب الجلوكوز	-	حلوي جيلية مجففة 10-5

* المجموعة الثالثة : وتعرف بإسم الحلوي المشبعة بالـــهواء Aerated sweets وتشمل أنواع المارشمالو والنوجا ويتم تجهيزها بطرق مختلفة وتشترك جميعـــها في عملية إدخال الهواء لمخلوطها Inconporation of air علي هيئة فقـــاقيع Air bubls .

وتجهز بواسطة عملية ضرب عامل إدخـــال الـــهواء مـــع الســـكر أو بدونـــه (مارشمالو) أو قد يضاف المحلول السكري الساخن مرتفع التركيز بعد إدخـــال الهواء في المكونات الأخري كما هو الحال في النوجا .

ويوضح جدول (3.4) أوجه الإختلاف بين المارشمالو والنوجا المضاغة .

المنتج	المكون الرئيسية	مكونات أخري	% الرطوبة
1- المارشمالو Marshmallows	سكر + (ألبيومين بيض أو جيلاتين أو البروتين المعامل أو اللبن المحلل أو بروتينات الصويا)	-	27-23
2- النوجا المضاغة Chewy nougats	شراب مرتفع التركيز من السكر أو عسل نحل + ألبيومين بيض	قد تضاف مكونات حشو	10

2.1.3.4- القسم الثاني : ويشمل أنواع الحلوي التي توجد بها نسبة معينة من بللورات السكروز في صورة متبلورة Crystalline form ، وتشمل أيضا ثلاث مجموعات :

- المجموعة الأولي : ويمثلها الفوندان والفودج والكريمة الإيطالي وتتكون جميعها من معلق بللورات في شراب مركز ... وتختلف أفراد هذه المجموعة في التركيب وفي المحتوي الرطوبي وتشمل منتجاتها مايلي :

- الفوندان أو الكريمة Fondants or Creme : تعتبر أبسطها في التركيب وتحتوي علي السكر والماء وتتكون عادة من السكروز وشراب الجلوكوز والسكر المحول وتضبط نسبة السكروز أثناء التصنيع بحيث تتكون البللورات المطلوبة تحت الظروف الملائمة . ويصنع الفوندان بطبخ محلول السكريات حتي يصل المحتوي الرطوبي بين 15-18% طبقا للقوام المرغوب ثم يبرد الشراب المطبوخ بعناية بدون تحريك أو رج إلي 38 درجة مئوية لمنع تكوين بللورات غير ناضجة من السكر .

- الفودج والكريمة الإيطالي Fudge & Italian Creme : وتحتوي منتجات هذه المجموعة علي الدهن واللبن بالإضافة للسكر .

- المجموعة الثانية : وتشمل المارشمالو المتبلور والنوجا المتبلورة ، وتختلف هذه الأنواع عن مثيلتها الموجودة في القسم الأول تحت المجموعة الثالثة في نسبة السكريات ووجود جزء من السكروز في صورة متبلورة .

• المجموعة الثالثة : وتختلف طرق صناعة أفراد هذه المجموعة إختلافـــا كبـيرا حسب نوع كل منتج ، ومن أمثلة منتجات هذه المجموعة مايلي :

– المارزيبان وعجائن البرالين : Marzipan & Praline Pastes : وتتكون من النقل المجزء مخلوط مع السكريات ... حيث يصنع المارزيبان مـن اللوز والسكر بطحنهما وعمل عجينة ناعمة ويجب الإحتيـاط لتجنـب خـروج الزيت من المكسرات ثم تحفظ العجينة في مكان بارد بدون تحريك . أما عجـائن البرالين فتتكون من البندق المحمص Hazel nuts .

– الحلوي المغطـــاه أو الملبـس المحشـي : Panned Goods or Dragees : ويجهز هذا النوع بتغطية مواد الحشو المناسبة بواسـطة الحلـوي حيث يجري تغطية اللوز بطبقة رقيقة من السكر وشراب السكر ومـادة رابطـة مثل الصمغ العربي ثم تغطي بعد ذلك بطبقة أخري نهائية من السـكر الملـون ومادة شمعية مناسبة لإكساب الحلوي المظهر اللامـع Glazing ومـن أمثلـة منتجاتها الملبس باللوز .

– الأقراص المضغوطة Compressed Tablets : وتتركب من السكر (مثل السكر الثلجي) ... ومادة مكسبة للنكهة ومادة شمعية ولون وحـامض ثـم تشكل هذه المواد علي هيئة حبيبات ثم تضغط علي هيئة أقراص .

4.4– بعض العمليات التصنيعية التي تجري علي منتجات الحلوي المختلفة :

حدث في الأونة الأخيرة تطور هائل في أجهزة تصنيع منتجات الحلوي المختلفـة فأصبحت معظم العمليات التصنيعية التي تجري علي منتجات الحلوي المختلفة بالمصـانع تتم بطريقة أوتوماتيكية . وأستخدمت أجهزة الحاسب الآلي في حساب مكونات الخلطـات المختلفة وترسل منها إشارات إلي تانكات تخزين المكونات فتسـحب الكميـات المكونـة لخلطة الحلوي أوتوماتيكيا وتجمع في إناء الخلط أو الطبخ ، ثم بعد أجراء كافة العمليـات التصنيعية لأصناف الحلوي المختلفة يتم تشكيلها وتغليفها بأجهزة تشكيل ، وتعبئة وتغليـف ، علي درجة كبيرة من التطور .

وبتحسين طرق تعبئة وتغليف منتجات الحلوي لحمايتها من التلوث بالمواد الغريبة أو هجوم الحشرات ومع تطور مواد التغليف وزيادة جاذبيتها للمستهلك وتطور طرق ووسائل الدعاية والإعلان زاد الطلب علي منتجات الحلوي المختلفة مع زيادة شدة التنافس بين الشركات المنتجة لها فأصبح تطور مصانع الحلوي وتعدد منتجاتها من سمات هذه الصناعة التي تحقق أرباحا وفيرة .

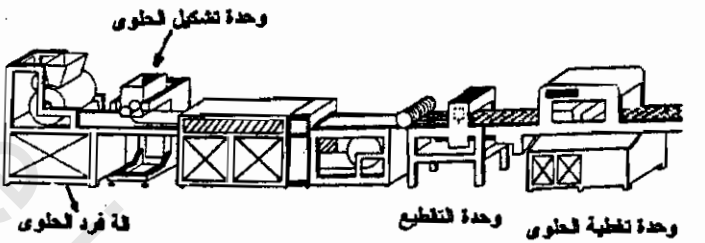
وسنتناول في الجزء التالي ملخصا لبعض العمليات التصنيعية التي تجري بعضا منها علي منتجات الحلوي المختلفة :

1.4.4- الفرد والتقطيع Rolling and Cutting

وتعتبر من أقدم طرق إنتاج قطع مستطيلة (كالقضبان) أو قطع حلوي من منتجات الحلوي ذات القوام البلاستيكي كالكراملة والفودج والنوجا وأنواع العجائن الأخري . فبعد تكوين القوام المناسب لعجينة الحلوي (عند ٪ للرطوبة والدهن ودرجة الحرارة المناسبة) يتم دفع عجينة الحلوي علي بكرات تتحرك بسرعة معينة تتناسب عكسيا مع السمك المطلوب تكوينه لعجينة الحلوي . وبعد تكوين السمك المناسب (بشكل متوازي مستطيلات) لعجينة الحلوي يتم فردها علي سير متحرك (مصنوع من مواد لاتلتصق بالحلوي) فتقابل عجينة الحلوي سكاكين رأسية حادة تقطعها لشرائح طولية بالعرض المطلوب (يعتمد علي المسافة بين السكاكين) ، ثم تقطع بعد ذلك بسكاكين إلي قطع صغيرة بالشكل المطلوب .

وفي تطور حديث لمعدات الفرد والتقطيع يتم سكب خلطة الحلوي الساخنة علي إسطوانات مبردة "iced" فتتحول خلطة الحلوي الساخنة إلي القوام البلاستيكي علي الإسطوانات المبردة ، نفسها مما لايستلزم أن تكون السيور المتحركة طويلة حتي يتكون القوام البلاستيكي عليها أثناء حركة عجينة الحلوي إلي سكاكين التقطيع فيقل الحيز الذي تشغله وحدة الفرد والتقطيع في المصنع .

ويوضح شكل (1.4) آلة فرد وتقطيع مزودة بإسطوانات مبردة لفرد الحلوي وتستخدم هذه الآلة في المصانع التي تنتج الحلوي بالطريقة المستمرة .



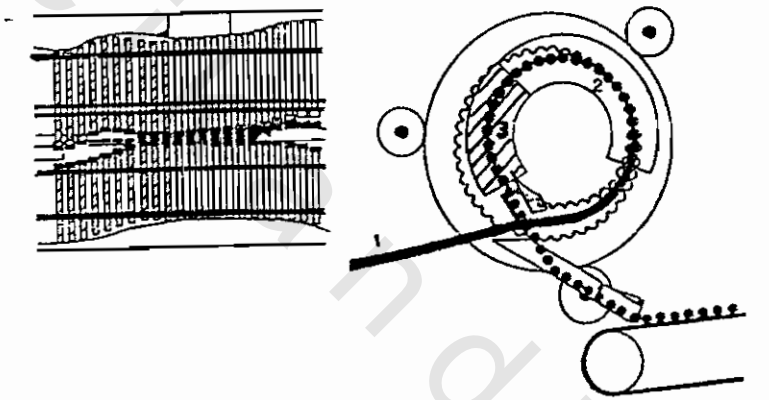
شكل (1.4): نظام فرد وتقطيع مزود بإسطوانات مبردة ليسمح بتغذية مستمرة من وحدة الطبخ إلى سيور الفرد والتقطيع ، والنظام الموضح في الشكل مزود أيضا في نهايته بوحدة لإضافة طبقة من المواد المغطية لقطع الحلوي .

2.4.4- الصب في القوالب Casting or Depositing

تجري هذه الطريقة من طرق التشكيل على الحلوي الصلبة hard candy ، والفوندان ، والجيليات Jellies ، وبعض أنواع الكراملة والفودج والمارشمالو . تلك المنتجات تكون في صورة سائلة قبل عملية التشكيل ولاتتصلب ويستقر شكلها النهائي إلا بعد تركها لفترة ما في قوالب أو على سطح معين . ففي حالة الحلوي الصلبة تصب سائلة على درجة 150 درجة مئوية على سطح تشكيل معدني مغطي بمواد لاتلتصق بالحلوي وتسهل حركتها release agents . أما الفوندان والجيلي والمارشمالو فتصب في قوالب بطريقة أوتوماتيكية وهي سائلة فتتخذ شكل القالب وتتصلب . ويفضل أن تكون القوالب من مادة السايكون المطاط Silicone rubber التي لاتلتصق بالحلوي وتتحمل درجات الحرارة العالية للحلوي المغلية أثناء صبها في هذه القوالب .

3.4.4- تشكيل الحلوي باللولب المضمحل Die forming

يقتصر إستخدام هذه الطريقة في التشكيل علي الحلـــوي الصلبـــة وبعـــض أنـــواع الكراملة والتوفي سواء العادية أو المنكهة أو المحشـــوة أو الحلـــوي المضاغـــة Pulled candy ، ويعتمد أساس إجراء هذه الطريقة علي تبريد الشراب الساخن تحـــت ظـــروف خاصة حتي يكتسب قواما بلاستيكيا فيجري تشكيله علي صـــورة حبـــل rope بواســطة **Rope sizer** يمرر خلال وحدة تشكيل (شكل 2.4) تتكون خلالها شكل قطـــع الحلـــوي وفي نهايتها تقطع وتفصل لقطع منفصلة ، تدفع إلي وحدة تـــبريد فتتصلـــب ثـــم لماكينـــة التغليف لتغليفها بمادة التغليف المناسبة .



شكل (2.4): عملية تشكيل الحلوي الصلبة وبعض أنواع الكراميلة والتوفي :
1- حبل الحلوي ، 2- تشكيل ، ختم ، قطع ، 3- خروج قطع الحلوي للتبريد

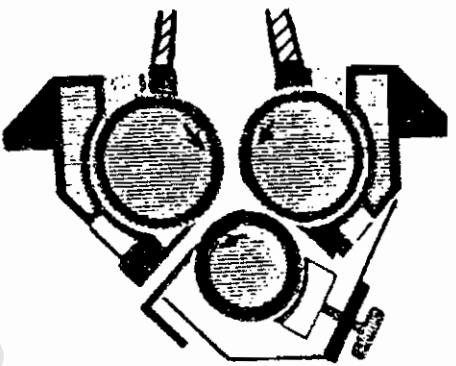
4.4.4- تشكيل الحلوي بجهاز البثق Extrusion forming

إستخدم جهاز البثق Extruder لتشكيل أنواع كثيرة من منتجات الحلـــوي بنجـــاح كبير ولأشكال متعددة . وبجهاز البثق يمكن تشكيل منتجات الحلوي التي تتمـــيز بقوامـــها الطري مثل المارشمالو والفوندان أو بقوامها البلاستيكي الصلب نسبيا كالنوجا والكراملة .

ويوضح شكل (3.4) كيفية تشكيل منتجات الحلوي لأشكال مختلفة بإستخدام جـــهاز البثق . فعندما يكون قوام الحلوي مناسبا لعملية البثق يعبأ بها جهاز البثق وتدفع عجينـــة الحلوي بداخله بواسطة عدة بكرات (شكل 3.4) تدور في نفس الإتجاه (عكـــس عقـــارب

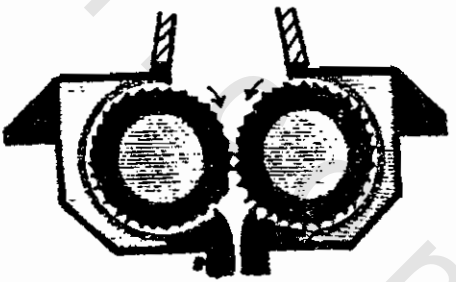
الساعة) أو قد تدفع عجينة الحلوي بواسطة حلزون . ويحدد المقطع العرضي لفتحة خروج الحلوي من الباثق شكل الحلوي أثناء خروجها علي شكل حبل يمكن تقطيعه إلي قطع دائرية أو علي شكل قضبان أو أي شكل هندسي آخر طبقا لتصميم فتحة الخروج من جهاز الباثق .

ويمكن بأجهزة البثق تشكيل قطع الحلوي من أكثر من طبقة ، كل طبقة تختلف في تركيبها عن الأخري شكل (3.4) ، كذلك يمكن تشكيل الحلوي المحشوة .

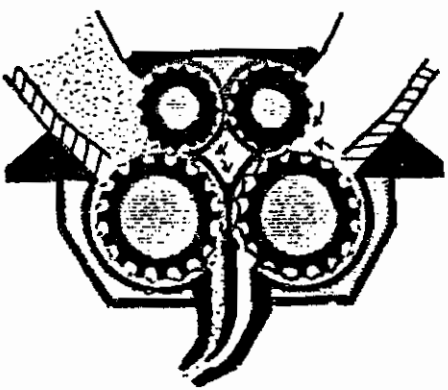


1- شكل إسطواني أملس

2- شكل إسطواني مسنن



3- شكل إسطواني مجوف



4- شكل لإنتاج قضبان حلوي مزدوجة التركيب

شكل (3.4): بكرات وفتحات مختلفة لجهاز الباثق تنتج أشكالا مختلفة من الحلوي .

وفيما يلي بعض أهم الإعتبارات الواجب مراعاتها أثناء تشكيل الحلوي بالباثق :

* يرتبط قوام منتجات الحلوي إرتباطا وثيقا بدرجة حرارتها أثناء البثق ، لذلك تمثل درجة الحرارة عاملا في غاية الأهمية أثناء عملية البثق ، وتؤدي أي تغيرات طفيفة في درجة الحرارة لتباينا كبيرا في ضغط البثق ، فإنخفاض درجة حرارة مخلوط الحلوي داخل جهاز البثق عن الدرجة المثلي يؤدي لزيادة اللزوجة وإرتفاع الضغط بشدة داخل الجهاز ويعيق سرعة خروج الحلوي من الجهاز . أما إرتفاع درجة حرارة مخلوط الحلوي عن الدرجة المناسبة فقد يؤدي لإنهيار القوام بعد البثق .

* يؤدي إرتفاع الضغط داخل جهاز الباثق لإحتمال إنفصال الدهن أثناء البثق ويمكن علاج ذلك بإستخدام مادة مستحلبة قوية في خلطة الحلوي كالليسيثين أو الجليسرول أحادي الستيارات .

* ينهار قوام بعض منتجات الحلوي بعد البثق Collapse after extrusion فالشكل الإسطواني للحلوي قد ينهار بعد فترة وجيزة من وجوده علي السير ويتحول إلي شكل مسطح ، ومن أهم أسباب إنهيار قوام الحلوي بعد البثق مايلي :

1- إرتفاع المحتوي الرطوبي لخلطة الحلوي
2- عدم حدوث توزيع جيد لمكونات الخلطة
3- عدم حدوث إستحلاب جيد للدهن في الخلطة
4- عدم إكتمال التركيب البللوري لمنتجات الحلوي المتبلورة

هذا وقد أدي إدخال جهاز الباثق لمصانع الحلوي لإسراع معدلات الإنتاج بصورة كبيرة وتطوير أشكال منتجات الحلوي خاصة المتعددة الطبقات والتي كانت تستغرق وقتا طويلا في إنتاجها في مصانع الحلوي غير الحديثة .

5.4.4- التغطية Panning

يعتمد أساس عملية التغطية في صناعة الحلوي علي تغطية مركز مناسب كالمكسرات بطبقات متعاقبة من مسحوق السكر والشراب ويفصل بين كل عملية تغطية وأخري عملية تجفيف بالهواء . وإذا ماكان تجفيف طبقة مسحوق السكر والشراب بالهواء الساخن تعرف عملية التغطية بالتغطية الصلبة hard panning أما إذا كانت الحلوي التي

يتم تغطيتها طرية ، مثل العجائن ، الجيليات ، الكراميلة الطرية ، يستخدم في تجفيف مسحوق السكر والشراب (سكر / جلوكوز) الهواء البارد ويطلق علي هذه العملية بالتغطية الخفيفة soft panning . وبعد ذلك تجري عملية تجفيف أخري وتغطي الحلوي بمادة تلميع كالشمع glaze . هذا وقد أصبحت عملية التغطية في المصانع الحديثة أوتوماتيكية تماما تجري في أوعية يحقن بداخلها الشراب (أو الشوكولاتة) للتغطية ثم يدفع هواء التجفيف لتكوين طبقات التغطية الواحدة تلو الأخري .

تصنيع بعض منتجات الحلوي

5.4- الفوندان Fondant

مقدمـــــــــــة

تصنع حلوي الفوندان من "السكر ، وشراب الجلوكوز ، والسكر المحول" ويطلق عليه كريم Creme (لاتكتب Cream فتعطي معني مختلف) . ولتصنيع الفوندان يذاب السكر وشراب الجلوكوز (أو السكر المحول) في الماء ، ويتم تركيز المحلول السكري بالغليان حتي تصبح المواد الصلبة في المحلول السكري الساخن حوالي 88% . وعند تبريد هذا المحلول السكري يتحول إلي محلول سكري فوق مشبع Super saturated (درجة تشبع محلول السكروز 67.1% علي 20 درجة مئوية) . فإذا ماتم تقليب المحلول السكري الساخن وتبريده تدريجيا بمعدل سريع نسبيا تنفصل بللورات السكر من المحلول فوق المشبع في شكل بللورات سكر دقيقة . ومعني ذلك أن كريم الفوندان Fondant creme يتكون من وسط صلب من بللورات السكر المعلقة في وسط سائل عبارة عن محلول مشبع من السكريات . وتجدر الإشارة في هذا الصدد إلي أهمية عمليتي "التقليب والتبريد السريع" وضرورة ألا تتكون بللورات سكر كبيرة وخشنة أثناء التبريد البطيء . ويجب أن يكون الفوندان الجيد ناعم الملمس مكون من بللورات سكر دقيقة .

وعندما كان يتم تصنيع الفوندان من السكروز فقط بإذابته في الماء الساخن ، وتركيز المحلول السكري بالغليان حتي يصل تركيزه إلي 88-90% ، ثم يبرد ، تنفصل

بلورات سكر خشنة جدا تعطي الإحساس بالقوام الزجاجي الخشن عند إذابتها في الفم . ولمنع تكون هذه البللورات الخشنة إستخدمت مواد تعرف بالدكتور Doctor لتحول جزء من السكروز لجلوكوز وفركتوز فتزيد درجة الذوبان الكلية وتيسر من إمكانية خفق الشراب إلي كريم الفوندان Fondant creme .

ومن أهم المواد التي إستخدمت "كدكتور" حامض الستريك ، وحامض الطرطريك أو طرطرات البوتاسيوم الحامضية . ويعاب علي إستخدام هذه المواد عدم ثبات كمية السكر المحول الناتجة من السكروز بعد إضافتها ، ولذلك يفضل الآن في الصناعة إضافة كمية من السكر المحول أو شراب الجلوكوز مباشرة لشراب السكروز للتحكم في صفات المنتج النهائي .

1.5.4- تصنيع الفوندان في المعمل :

لإعداد خلطة الفوندان يجب أن تكون كمية شراب الجلوكوز المضافة للسكر كافية لرفع تركيز المواد الصلبة في الفوندان إلي 75% علي درجة حرارة الغرفة . ويمكن تحقيق ذلك بخلط السكر وشراب الجلوكوز بنسبة 80 : 20 ، والتركيز بالغليان حتي يصل المحتوي الرطوبي النهائي إلي 12% فينتج فوندان يتحمل ظروف التخزين ويتميز بالثبات ضد التلف الميكروبي . وتؤدي زيادة تركيز الجلوكوز في الشراب (75 : 25) إلي تأخير معدل التبلور ويحدث إختلال في قوام الفوندان .

يتم تصنيع الفوندان في المعمل بالطريقة التالية :

1- المكونات : سكر 3.6 كجم ، شراب جلوكوز 1.0 كجم ، ماء 1.27 كجم .

2- تخلط المكونات وتسخن في الوعاء المناسب حتي الغليان حيث تصل نقطة غليان المحلول السابق من 107-109 درجة مئوية .

3- يستمر غليان المحلول حتي يصل تركيز المواد الصلبة الذائبة إلي 88% عند درجة حرارة 117 درجة مئوية تقريبا .

4- بعد الوصول للتركيز السابق يصب المخلوط علي رخامة كبيرة ويتم تقليبه جيدا فوق بعضه البعض مع فرده علي الرخامة في نفس الوقت . وتؤدي عملية التقليب والتبريد إلي بلورة سريعة للسكر . وتعتمد جودة الفوندان علي مهارة القائم بعملية التبريد .

2.5.4- تصنيع الفوندان في مصانع الحلوي

يوجد في مصانع الحلوي نوعين من أجهزة تصنيع الفوندان :

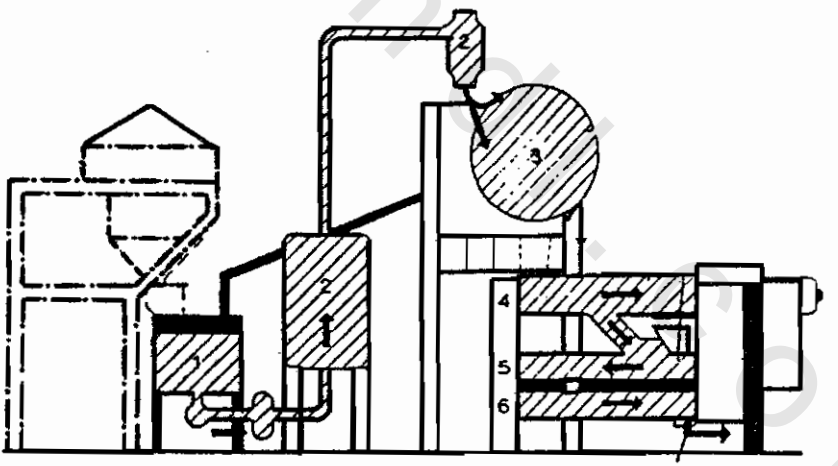
• **أجهزة تصنيع الفوندان تعمل بنظام الدفعات Batch type**

وتتكون من وعاء مسطح تبرد قاعدته بالماء ويدور داخل الوعاء ذراع مثبت به بدالات بشكل المحراث في قاعدة الوعاء لإجراء تقليب مستمر مع عملية التبريد التي تتم من قاعدة الوعاء مما يؤدي لسرعة التبلور فينتج فوندان ناعم ذو بللورات دقيقة . ولازالت هذه الأجهزة مستخدمة في بعض المصانع فهي لاتشغل غير حيز ضئيل في المصنع . ويمكن إضافة المكونات الأخري كالمواد المنكهة والمواد الملونة في نفس الوعاء أثناء تبريد شراب الفوندان .

• **أجهزة تصنيع فوندان تعمل بالنظام المستمر**

Continuous and Creme making

يوضح الشكل (4.4) رسم تخطيطي لأحد أنواع أجهزة تصنيع الفوندان والتي يبلغ إنتاجها من 453-635 كجم/ساعة .



شكل (4.4) : رسم تخطيطي لجهاز تصنيع الفوندان والكريم بالنظام المستمر .
1- خلط مبدئي ، 2- وحدة طبخ ، 3- إسطوانة تبريد ، 4- خلق ، 5- مرحلة خلط أولي بشراب الـ boh ، 6- مرحلة خلط ثانية بالمواد الملونة والمنكهات

وفيما يلي ملخص لخطوات تصنيع الفوندان بالطريقة المستمرة :

1.2.5.4- إعداد الشراب

- يتم سحب الكميات المحددة من السكر وشراب الجلوكوز (80 : 20 و/و) من صهاريج التخزين أوتوماتيكيا إلي وعاء الذوبان حيث تضاف إليهما الكمية المناسبة من الماء فيتم إذابة المكونات في وعاء الذوبان ويخزن الشراب فيه لتسحب منه بعد ذلك الكميات المناسبة لوعاء الطبخ .

• يدفع الشراب المعد سلفا من وعاء الذوبان إلي وحدة تصنيع الفوندان في مصانع الحلوي . فيتم تسخين الشراب أثناء مروره في الأنابيب وقبل وصوله إلي وعاء الطبخ تسخينا إبتدائيا .

2.2.5.4- التسخين والطبخ :

• وهناك نوعان رئيسيان من وحدات الطبخ :

- النوع الأول : مكون من أنابيب حلزونية محاطة بجدار مزدوج يمر فيها البخار تحت ضغط عالي لرفع درجة حرارة الشراب إلي درجة الغليان ويخرج البخار من فتحة أعلي وعاء الطبخ حتي يصل الشراب للتركيز الملائم .
- النوع الثاني : ويعتمد علي تبخير الماء من غشاء رقيق من الشراب المنتشر فوق سطح ساخن بداخل وعاء الطبخ والذي يعرف حينئذ بوعاء طبخ الطبقة الرقيقة Microfilm cooker .

• تحدد درجة تركيز الشراب بقياس درجة حرارة غليانه داخل وعاء الطبخ وفي الأجهزة الحديثة يتم التحكم في هذه العملية أوتوماتيكيا ، فعندما يحدث تذبذب في درجات حرارة الطبخ عن الدرجة المحددة سلفا ببرنامج درجات الحرارة بالحاسب الآلي تنتقل إشارة لضبط ضغط البخار وإشارة أخري لضبط سرعة دفع الشراب الداخل لوعاء الطبخ فيحدث ضبط سريع لدرجة الحرارة في وعاء الطبخ .

• أدي التحكم بالحاسب الآلي في درجات حرارة الطبخ وتركيز الشراب إلي توحيد أكبر لصفات الفوندان ومنتجات الحلوي بوجه عام عما كانت عليه من قبل عندما كانت جودة وصفات المنتج النهائي تعتمدان علي خبرة القائمين بالتصنيع .

3.2.5.4- عمليتي التبريد والتقليب Cooling and Beating

- تتحدد نقطة إنتهاء عملية الطبخ عندما تصل درجة حرارة الشراب إلي 117 درجة مئوية (242 درجة فهرنهيت) وعندئذ يجب تبريده .

- يتم تبريد الشراب في المصانع التي تعمل بالنظام المستمر بسكبه علي سطح إسطوانة تبريد فتصل درجة حرارته إلي 38 درجة مئوية خلال 4/3 دورة للإسطوانة (270 درجة) .

- يزال الشراب المبرد من علي سطح الإسطوانة بسكاكين كشط ثم يدفع إلي جهاز التقليب والخفق Beater . "وتجدر الإشارة إلي ضرورة عدم ترك بللورات سكر علي سطح الإسطوانة بعد التبريد (حتي لاتصبح بللورات السكر نواة seed لعملية التبلور) لذلك يتم تسليط رشاش بخار ماء علي سطح الإسطوانة لإذابة أي بللورات" .

- ويتكون جهاز التقليب والخفق من وعاء مربع أو إسطواني الشكل مزدوج الجدار (حيث يمرر ماء التبريد) مثبت به من الداخل أوتادا معدنية ، وتدور داخل الجهاز مقلبات فتحدث حركة إصطدامية للشراب أثناء تقليبه مع الأوتاد المعدنية المثبتة بالوعاء .

4.2.5.4- تكوين بللورات السكر في جهاز التقليب والخفق :

- تعتمد درجة جودة الفوندان علي كفاءة جهاز التقليب والخفق ، فعملية التقليب بالمعدل المناسب مع سرعة إزالة حرارة الشراب (بمرور ماء تبريد كافي في الجدار المزدوج لجهاز التقليب والخفق) تؤديان لتكوين بللورات السكر الدقيقة المرغوبة في صناعة الفوندان .

- ويجب أن تكون درجة حرارة شراب الفوندان أثناء خروجه من جهاز التقليب والخفق أقل من 43.3 درجة مئوية .

- يجب أن تحدث عملية التبلور أثناء عمليتي التقليب والتبريد معا في جهاز التقليب والخفق حتي تظل بللورات السكر دقيقة وناعمة أما لو ظلت عملية تكوين البللورات أثناء التبريد دون إستمرار التقليب تتكون بللورات سكر خشنة ويصبح الفوندان خشنا وأقل جودة من حيث القوام .

- وبفحص الفوندان تحت الميكروسكوب يجب أن يظهر التوزيع المتماثل للبلورات السكر التي تتراوح أبعادها بين 10-15 ميكروميتر . ويدل ظهور بللورات كبيرة نسبيا أو عدم تجانس توزيع بللورات السكر علي عدم كفاءة جهاز التقليب والخفق سواء ميكانيكيا أو من حيث سرعته في التبريد .

5.2.5.4- إعادة إذابة الفوندان The Remelting of Fondant

تجري عملية إعادة إذابة الفوندان وتحويله للصورة السائلة لتسهيل خلطه مع المواد المنكهة والملونة وأي مكونات أخري وكذلك لإمكان صب الفوندان في قوالب التشكيل .

وتتم عملية إعادة إذابة الفوندان كما يلي :

- ينقل الفوندان إلي أوعية تسخن بالبخار في جدارها المزدوج ومزودة بمقلبات حيث يتم تسخين الفوندان في هذه الأوعية بين 57 إلي 66 درجة مئوية مع إضافة شراب يعرف بالـ bob يتكون من نفس نسبة السكروز/جلوكوز المستخدمة في صناعة الفوندان ويكون تركيزه في حدود 75% .

- تؤدي عملية إعادة الإذابة في صناعة الفوندان لزيادة سيولة الوسط السائل بسبب زيادة نسبة الشراب مما يؤدي لإذابة جزء من بللورات السكر وتحسين قوام الفوندان .

6.2.5.4- الصب في القوالب Depositing

يتم تشكيل الفوندان بصب شراب الفوندان السائل في القوالب أو الأغطية فيبرد ويستقر وتحدث زيادة في أحجام وإعداد بللورات السكر في وسط الشراب وذلك علي النقيض من عملية إعادة الإذابة .

- وتؤدي زيادة عدد وحجم بللورات السكر في الفوندان لزيادة صلابة قوام الفوندان ولايجب أن يقل المحتوي الرطوبي للفوندان عن الحد الأمثل (حوالي 12%) حتي لاتحدث شروخ فيه أو يتفتت قوامه عند كسره بالفم .

وفيما يلي بعض الإعتبارات الواجب مراعاتها عند صناعة الفوندان :

• تقدر كميات السكر وشراب الجلوكوز التي يتم سحبها من صهاريج التخزين علي أساس وزني أو حجمي . وعادة ماتفضل الطرق الوزنية لسحب كميات السكر والماء لما

يؤخذ علي الطرق الحجمية من عيوب أهمها إرتباطها بكثافة السكر التي تعتمد علي حجم بللوراته أو وجود السكر في تكتلات مما قد يؤدي لسحب كميات من المكونات قد تختلف من دفعة إلي أخري ، هذا وتجدر الإشارة إلي أن المصانع الحديثة تحدد مواصفات دقيقة للمواد الخام تقلل من الفرق بين الطرق الوزنية والحجمية .

• يؤدي إرتفاع درجة حرارة الفوندان أثناء عملية إعادة الإذابة Remelting عن 66 درجة مئوية لزيادة نسبة وسط الشراب Syrup phase ، وعندما يبرد بعد الصب تتكون بللورات سكر خشنة .

• يبلغ حجم بللورات الكريم الجيد من 20-30 ميكروميتر ، ووجود أي نسبة معنوية من بللورات السكر بحجم أكبر من 30 ميكروميتر يؤدي لخشونة قوام الفوندان .

• يؤدي وجود أي نسبة من المواد الغروية (كالنشا ، الجيلاتين والبيض) في الشراب لتأخير عملية التبلور .

• يمكن الإستعاضة عن إضافة شراب البوب bob بتخزين شراب الفوندان في أوعية كبيرة مزودة بأذرع للتقليب البطيء ولها جدار مزدوج لمرور ماء لضبط درجة الحرارة داخل الوعاء علي 49-54 درجة مئوية . ويغطي الوعاء ويزود بنظام تهوية لمنع تكثيف بخار الماء علي جدر الوعاء أو الغطاء . ثم يسحب شراب الفوندان مباشرة إلي وعاء الخلط ويضاف إليه المكونات الأخري .

• تجدر الإشارة إلي حساسية وأهمية مختلف خطوات الصناعة ودرجات الحرارة ومعدلات الخلط لما لها من تأثير علي صفات الفوندان من حيث حجم ونوع وثبات بللوراته.

3.5.4- تصنيع شراب الحلوي المخفوقة Frappé or Whip

يصنع شراب الحلوي المخفوقة والتي تسمي فرابى "Frappé" أو ويب "Whip" بإذابة بياض البيض أو بديل له في الماء ثم يضاف إليه شراب السكر/جلوكوز ويخفق هذا المخلوط لإنتاج الرغوة بواسطة جهاز خفق سريع high-speed whisk يعمل تحت الضغط الجوي العادي أو تحت ضغط مرتفع .

هذا وقد أنتجب أنواع عديدة من شراب الحلوي المخفوقة بإستخدام خلطات مختلفة وكميات و/أو أنواع مختلفة من عوامل إدخال الهواء .

وتتلخص طريقة تصنيع الفرابي معمليا في الخطوات التالية :

- يضاف 113 جم من بياض البيض إلي 213 جم من الماء ويترك هذا المخلوط في مكان بارد لمدة 24 ساعة ثم يمرر من خلال ثقوب منخل ضيق .

- يضاف إلي 2.26 كجم سكر و 3.17 كجم شراب جلوكوز - 1.12 كجم ماء ويقلب المخلوط للإذابة ويتم تسخينه حتي نقطة غليانه التي تصل إلي 107.2 درجة مئوية.

- يترك الشراب السكري ليبرد إلي 60 درجة مئوية ثم يضاف محلول بياض البيض مع الخفق .

- تبلغ كثافة الفرابي من 0.35 - 0.5 جم/سم3 وله فترة صلاحية محدودة ، وينصح ببسترة البيض المستخدم في صناعته قبل إضافته للمخلوط . وقد يستخدم أحد اصطلاحين Whip أو Frappé لتسمية هذا المنتج ، وعادة ماتكون كثافة الأول وفترة صلاحيته أقل من الثاني .

- يستخدم بدلا من بياض البيض عوامل إدخال هواء أخري مثل Hyfoama DS أو بروتينات الصويا المتحللة ، وقد حسنت هذه المركبات من جودة الفرابي .

• يمكن إضافة شراب الحلوي المخفوقة إلي خلطة الفوندان بنسبة من 7 إلي 10% من كمية شراب الفوندان فتكسب قوامه هشاشة مرغوبة .

6.4- الحلوي المغلية ، الملبس الصلب Boiled sweets, Hard candy

مقدمـــــــــة

الحلوي المغلية أو الملبس الصلب أحد منتجات الحلوي التي يوجد بها السكر في صورة غير متبلورة . وتعرف الحلوي المغلية أو الملبس الصلب" بأنها محاليل مرتفعة التركيز من السكر وشراب الجلوكوز وفي بعض الأحيان السكر المحول والمضاف إليها المواد المنكهة المرغوبة . وتتميز الحلوي المغلية بالحالة الزجاجية Glassy mass التي توجد عليها بسبب ذوبان السكر في كمية قليلة جدا من الرطوبة تبلغ نسبتها من حوالي 2 إلي 4% فقط . ولزوجة الحلوي المغلية مرتفعة جدا وتتميز بالثبات في نطاق درجات الحرارة العادية (10-35 درجة مئوية) بشرط ألا تمتص الحلوي المغلية رطوبة ، وهي علي درجة عالية من الهيجروسكوبية .

ولايمكن إستخدام السكروز بمفرده في صناعة الحلوي الصلبة لأنه يتبلور عند التبريد خاصة إذا كان التبريد مصحوبا بالتقليب ولتجنب البلورة تجري عملية "doctoring" بإضافة مواد لتحويل جزء من السكروز إلي جلوكوز وفركتوز مثل أحماض الستريك والطرطريك أو طرطرات البوتاسيوم الحامضية (تسمي كريم التارتار Creme of tartar) والتي كانت تضاف في بدء عملية الغليان (بنسبة 0.25%) مما يؤدي لإنتاج كمية كافية من السكر المحول عند درجة حرارة الغليان قرب إنتهاء عملية التصنيع (من 149-154 درجة مئوية) . ولتأثر كمية السكر المحول الناتجة بإضافة مواد "الدكتور" بعوامل عديدة (مثل معدل إرتفاع درجات الحرارة ، عسر الماء ، نقاوة السكر ... الخ) لذلك يستعاض عن إضافتها ، في كثير من الأحيان ، بإضافة السكر المحول أو شراب الجلوكوز مباشرة لضمان ثبات تركيب المنتج النهائي من الحلوي المغلية .

1.6.4- أسس تصنيع ومكونات الحلوي المغلية

تستعمل المكونات التالية في إنتاج الحلوي المغلية :

- 14 كجم سكروز (متبلور نقي) ، 3 كجم شراب جلوكوز (DE -42) ، 5 كجم ماء . ويتم تصنيعها بالطريقة التالية :

1- يذاب السكر في الماء أثناء التسخين حتي الغليان مع التقليب المستمر .

2- يضاف شراب الجلوكوز ويستمر التسخين حتي الغليان ، ويجب ألا يسمح علي وجه الإطلاق بتكون بللورات سكر علي الحافة العليا لوعاء طبخ الشراب ، وفي حالة تكون بللورات سكر يتم إذابتها حتي لاتؤدي لنمو البللورات وتقلل من صلاحية المنتج النهائي .

3- عندما تصل درجة حرارة الغليان من 143-146 درجة مئوية يضاف محلول المواد الملونة الذائبة ذوبانا كاملا (يؤدي وجود مواد صلبة غير ذائبة في محلول المادة الملونة لتشجيع نمو البللورات) .

4- تستمر عملية الغليان والطبخ بعد ذلك حتي تصل درجة الحرارة الي حوالي 150 درجة مئوية .

5- يصب الشراب المركز علي منضدة سبق دهنها بعوامل تسهيل الحركة Release agents ويترك الشراب المركز حتي يكتسب القوام البلاستيكي أثناء تبريده بشرط أن يظل القوام طريا ويسهل تحريكه .

6- يتم لف حواف كتلة الحلوي للداخل ، ثم تشد للخارج ، ويوضع في منتصفها مسحوق حامض ستريك (أحادي التادرت) بنسبة 0.5-1.0% وكذلك المواد المنكهة .

7- تستمر عمليات اللف والشد Folding and Kneading حتي تتوزع المواد المضافة (الستريك ، المواد المنكهة) توزيعا متجانسا في كل كتلة الحلوي .

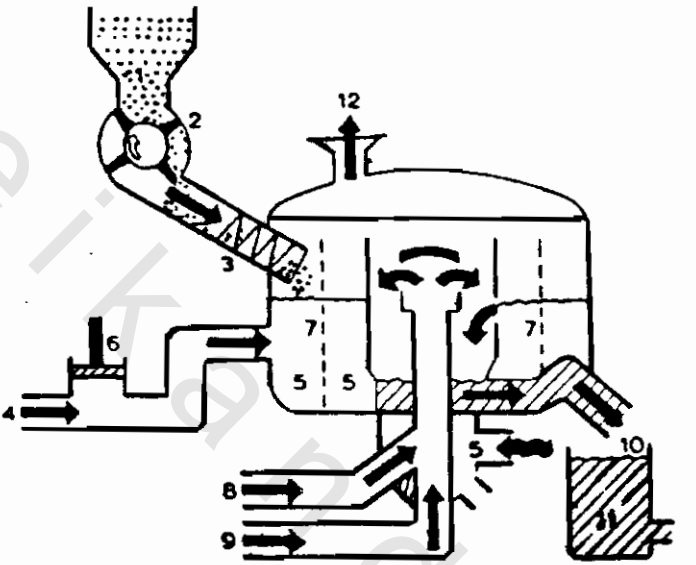
8- بعد تبريد الحلوي ، "بعمليات اللف والشد"، تبريدا كافيا، تقطع كتلة الحلوي إلي أجزاء متجانسة ، وتغذي بها ماكينة التشكيل ، لفردها وضغطها إلي الأشكال المرغوبة.

2.6.4- إنتاج الحلوي المغلية في المصانع :

1.2.6.4- إذابة مكونات الشراب :

يوضح الشكل (5.4) رسم تخطيطي لجهاز إذابة مكونات الحلوي المغلية ، حيث يسحب لجهاز الإذابة مكونات الخلطة (السكر والجلوكوز و/أو السكر المحول) من

صهاريج تخزينها بالكميات المعروفة والمحددة سلفا ببرنامج التشغيل علي الحاسب الآلـــي في وحدة التحكم الآلي بالمصنع ، لإعداد شراب بتركيز ثابت تمهيدا لدفعه لأجهزة الطبـــخ، وبطبيعة الحال تتم إذابة السكر والمكونات الأخري بالماء المسخن بالبخار حتـــي عـــام الذوبان ، ويدفع الشراب المعد في أجهزة الإذابة إلي أجهزة الطبخ .



شكل (5.4): جهاز إذابة يعمل بالنظام المستمر .

1- التغذية بالسكر المبلور ، 2- عجلة دفع كميات محددة من السكر ، 3- حلزون دفع السكر ، 4- التغذية بالماء ، 5- بخار ، 6- مضخة سحب الماء ، 7- مخلوط السكر والماء ، 8- التغذية ، 9- التغذية بالمكونات الأخري ، 10- محلول السكر والجلوكوز الساخن ، 11- وعاء وسطي ، 12- خروج بخار الطيان .

2.2.6.4- طبخ المكونات

تستقبل أجهزة الطبخ الشراب من جهاز الإذابة ، وعادة تكون أجـــهزة الطبـــخ فـــي المصانع الحديثة إما من نوع أجهزة طبخ الأغشية الرقيقة thin film cooker أو أجـــهزة الطبخ تحت تفريغ Vacuum cooker .

أولا : • أجهزة طبخ الأغشية الرقيقة – تعمل أجهزة طبخ الأغشية الرقيقـــة عنـــد ضغط بخار يتراوح بين 8–10 كجم/سم2 (120–150 رطل/بوصة2) .

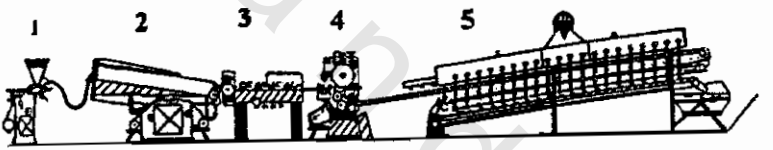
– يتم فرد الشراب المركز علي إسطوانات تسخن من الداخل بالبخار تحت الضغط العالي المشار إليه سابقا .

– يؤدي التبادل الحراري السريع للبخار مع الغشاء الرقيق من الشراب علي سطح الإسطوانة لتبخير الماء بسرعة جدا من الشراب .

– يسكب الشراب المطبوخ المركز علي منضدة تدور حركة دورانية وتبرد بالماء .

– يتم دفع كتلة الحلوي المبردة ذات القوام البلاستيكي إلي سير من الصلب حيث يضاف إليها الحامض ، المواد المنكهة ، والملونة ، وتجري عمليات التقليب والشد للمكونات أوتوماتيكيا علي السير .

– بعد ذلك تنقل كتلة الحلوي البلاستيكية القوام إلي خط تشكيل الحلوي ويتكون من الوحدات التالية (شكل 6.4) :



شكل (6.4) : رسم تخطيطي لخط إنتاج حلوي مغلية .

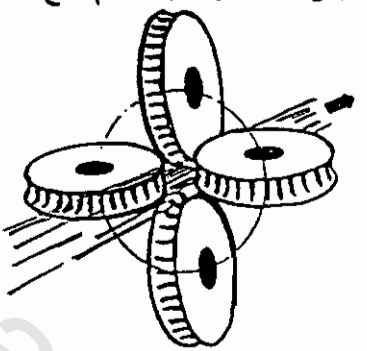
1- وحدة تغذية بكتلة الحلوي ، 2- وحدة التشكيل علي دفعات ، 3- وحدة تحديد سمك حبل الحلوي ، 4- وحدة تشكيل نهائية لقطع الحلوي ، 5- سير التبريد .

*** وحدة التشكيل علي دفعات Batch former**

تتكون هذه الوحدات من بكرات مخروطية مضلعة تتحرك حركة دائرية اهتزازية ، وعندما توضع كتلة الحلوي البلاستيكية في نهاية البكرات عند القطر الضيق ، وأثناء دورانها وإهتزازها ، تدور كتلة الحلوي حول البكرات المخروطية وتتحرك في إتجاه القطر الواسع فيقل سمك كتلة الحلوي تدريجيا وتتحول إلي شكل حبل قطره يتراوح بين 2-3 سم.

• وحدة تحديد سمك حبل الحلوي Rope sizer

تسحب هذه الوحدة حبل الحلوي من وحدة التشكيل علي دفعات لتكون منه السمك المناسب لعملية التشكيل النهائية في العملية اللاحقة ، ويتكون المحجم sizer من أربعة عجلات مزدوجة (شكل 7.4) يمر من خلالها حبل الحلوي حتي يصل للقطر المحدد والمناسب . وتتغير أبعاد بكرات التشكيل طبقا لحجم قطع الحلوي المطلوب تشكيلها .



شكل (7.4) : وحدة تحديد سمك حبل الحلوي Rope sizer .

وتجدر الاشارة إلي ضرورة ضبط درجة حرارة وبلاستيكية كتلة الحلوي المغلية قبل مرورها في وحدات التشكيل والتحجيم حتي يتم تكوين السمك المناسب تماما لحبل الحلوي تمهيدا للتشكيل النهائي في الخطوة التالية .

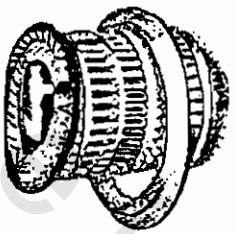
• وحدة تشكيل الحلوي إلي قطع Sweet forming die head

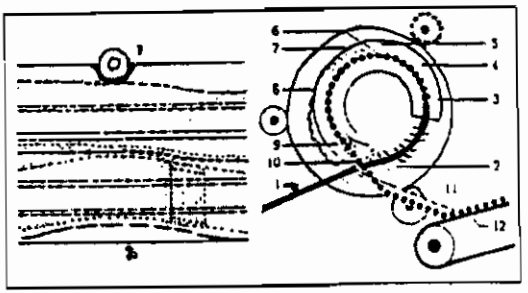
يتم في وحدة تشكيل الحلوي تكوين الشكل النهائي لقطع الحلوي . يدفع حبل الحلوي بالقطر المناسب ودرجة البلاستيكية المحددة إلي وحدة التشكيل فيمر حبل الحلوي فيها في سلسلة من العمليات تنتهي بتكوين الشكل النهائي لقطع الحلوي كما يوضحها الشكل رقم (8.4) .

• سير التبريد Cooling conveyor

تنقل قطع الحلوي من وحدة التشكيل إلي سير التبريد فتتصلب الحلوي وتحتفظ بشكلها ، والسير عبارة عن شبكة معدنية محاطة بدورة هواء للتبريد فتتخلص قطع الحلوي من الحرارة الزائدة .

ملحوظة : يمكن حشو الحلوي بالفواكه المركزة المحفوظة أو بالعجائن الدهنية أثناء وجودها علي شكل حبل وقبل تشكيلها بالبكرات (وتسمي في تلك الحالة البونبون المحشي Soft-center Bonbons) .





شكل (8.4) : مراحل تشكيل قطع الحلوي في جهاز "الرأس المضمحل" Die heads

1- تغذية الجهاز بحبل الحلوي ، 2- بداية عملية التشكيل ، 3- تشكيل إبتدائي ، 4- التقطيع ، 5- إلتحام قطع الحلوي حيز التشكيل ، 6- بداية نقش قطع الحلوي ، 7- إستكمال نقش الحلوي ، 8- ضبط شكل قطع الحلوي ، 9- خروج قطع الحلوي من الجهاز ، 10- جزء مائل لدحرجة قطع الحلوي للخارج ، 11- خروج الحلوي علي سير التوزيع والتبريد ، 12- سير التوزيع والتبريد .

• التغليف والتعبئة Packaging

من المفضل دائما تعبئة الحلوي وهي لازالت دافئة ، كما يفضل أن تكون غرف التغليف والتعبئة مكيفة الهواء ورطوبتها النسبية في حدود 45% لتجنب حدوث عيبي التبلور وتكون الأسطح اللزجة . وتعتبر آلات التغليف والتعبئة في مصانع الحلوي من الوحدات المكلفة عند شراء خطوط الإنتاج .

ثانيا : أجهزة الطبخ تحت تفريغ Vacuum cooking

يحقق طبخ الشراب المركز تحت تفريغ في صناعة الحلوي المغلية المزايا التالية :

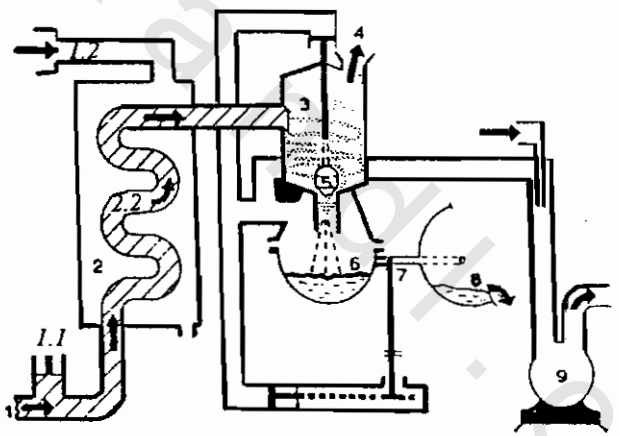
- تحسين لون الشراب ، أما التسخين المباشر في الأوعية المفتوحة علي درجة حرارة عالية (149-154 درجة مئوية) فيؤدي لتحطيم السكريات والتلون بالبني .

– تنخفض درجة حرارة الغليان ومن ثم التبخير فيقل "معدل تحول السكروز" لجلوكوز وفركتوز " ويظل لون الشراب فاتحا .

– يقل الزمن اللازم لعملية التبخير وكذلك الطاقة اللازمة لها فتنخفض تكاليف إستهلاك الطاقة .

ونظرا لنقص معدل تحول السكروز عند طبخ المكونات تحت تفريغ تضاف لخلطة الشراب المركز كمية أكبر من شراب الجلوكوز لتعويض نقص نسبة السكريات المحولة في الشراب المركز ولتجنب حدوث تبلور أثناء تبريد خلطة الحلوي .

ويوضح شكل (9.4) رسم تخطيطي لوحدة طبخ تحت تفريغ ويلاحظ وجود وعاء طبخ الشراب (3) فوق وعاء (6) اخر (تضاف فيه باقي المكونات) يسحب الشراب بعد طبخه من الوعاء العلوي بالتفريغ ويتحكم في عملية سحب الشراب المطبوخ من الوعاء العلوي إلي الوعاء السفلي صمام (5) يسحب الشراب من الوعاء العلوي بمعدل ثابت .



شكل (9.4) : رسم تخطيطي لوحدة طبخ تحت تفريغ .

1- شراب سكر/جلوكوز مطبوخ مبدئيا ، 1.1- مضخة سحب الشراب ، 2- غرفة التسخين بالبخار ، 1.2- مصدر البخار ، 2.2- أنابيب الطبخ ، 3- حيز البخار ، 4- خروج البخار ، 5- صمام ، 6- غرفة التفريغ ، 7- وصلة لسحب الشراب المطبوخ ، 8- وعاء الشراب المطبوخ ، 9- مضخة تفريغ .

وفيما يلي مثالا عمليا لإنتاج الحلوي المطبوخة تحت تفريغ :

المكونات : 15 كجم شراب جلوكوز (42 DE) ، 15 كجم سكر (نقي متبلور) ، 5 كجم ماء .

1- يذاب السكر في الماء مع التسخين إلي 110 درجة مئوية ثم يضاف الجلوكوز .

2- ترفع درجة حرارة المخلوط حتي تصل إلي 138-139 درجة مئوية .

3- يضبط التفريغ في الوعاء السفلي ليصبح في حدود 620 مم زئبق .

4- تستغرق عملية سحب الشراب إلي الوعاء السفلي حوالي 3 دقائق وتضاف في هذا الوعاء باقي المكونات من حامض ومواد منكهة ومواد ملونة ، وتقلب جيدا .

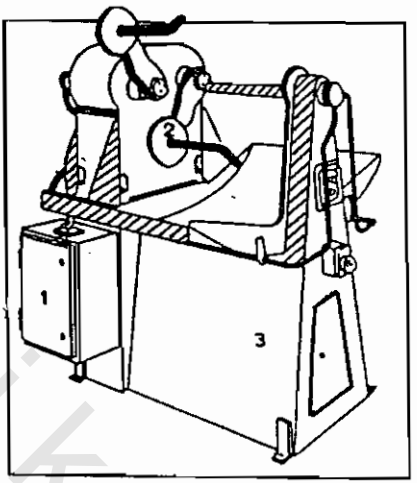
5- بعد إذابة باقي المكونات ، يسكب الشراب المركز علي منضدة التبريد .

6- بعد وصول قوام الحلوي للحالة البلاستيكية ودرجة الحرارة المناسبة ، تشكل كتلة الحلوي لشكل الحبل وتستكمل باقي خطوات التشكيل كما ذكر سابقا تحت بند أجهزة طبخ الأغشية الرقيقة (صفحة 160) .

3.6.4- البونبون السادة ، البونبون المحشو

تعتبر عملية الشد Pulling إحدي المعاملات التكنولوجية الهامة التي تجري علي منتجات الحلوي المغلية فتكسبها صفات طبيعية جديدة ، وتجري عملية الشد بعد تبريد كتلة الشراب المركز المطبوخ ووصولها للقوام البلاستيكي ، فيتم شد هذه الكتلة ومطها وبعد ذلك تلف علي بعضها ثم تشد مرة أخري وتستمر عملية الشد واللف حتي تكتسب الحلوي المظهر الشفاف translucent ويزداد لمعانها ، وتؤدي إستمرار عمليات الشد إلي زيادة شفافية الحلوي ، ويجب أن يؤخذ في الإعتبار أثناء التصنيع ضرورة ضبط نسبة السكر/ جلوكوز لأن عدم ضبط هذه النسبة يؤدي لحدوث عيب التبلور وتقل مطاطية الحلوي بشدة. وأثناء تكرار عمليات الشد يدخل الهواء ليختلط بالحلوي فيعمل علي زيادة شفافية المظهر . وبعد أن كانت عمليتي شد ولف الحلوي تجري يدويا في مصانع الحلوي ، أصبحت تتم في المصانع الحديثة آليا بإستخدام آلة يتكون الجزء الرئيسي فيها من عمود كرنك يتحرك حركة ترددية يتم خلالها لف وشد كتلة الحلوي ذات القوام البلاستيكي (شكل

رقم 10.4) ، وتستوعب الآلة الموضحة بالشكل حوالي 25 كجم من الحلوي في الـــدورة الواحدة .



1- صندوق التحكم
2- أذرع الشد واللف
3- هيكل الآلة

شكل (10.4) : آلة شد ولف الحلوي

ويمكن إستخدام الحلوي المشدودة Pulled sugar في صناعـــة البونبـــون الســـادة والبونبون المحشي وكذلك يمكن إستخدامها في تغليف أنواع مختلفة من الحشو كالكراملـــة الطرية ، عجينة المربي أو عجينة الشوكولاتة أو الشربات ويطلق علـــي هـــذه المنتجـــات المحشوة "البونبون المحشو" .

1.3.6.4- * البونبون السادة :

وفيما يلي مثالا لطريقة تصنيع البونبون السادة :

* المكونات : 11.3 كجم سكر ، 3.6 كجم شراب جلوكوز ، 3.85 كجم ماء

- يذاب السكر والجلوكوز في الماء ويستمر الطبخ حتي تصل نقطة الغليان إلـــي 138-139 درجة مئوية وعند هذه الدرجة يصل تركيز المواد الصلبة الذائبة في الشـــراب المركز لحوالي 96% .

- يصب المخلوط علي منضدة التبريد وتلف حواف كتلة الحلوي لأعلي عند تكون القـوام البلاستيكي .

- يضاف حوالي 113 جم من مسحوق حامض الستريك ، الكمية المناسبة من المواد المنكهة والملونة (عند إضافة نكهة الليمون يستخدم لون أصفر) ، وتوزع المواد المضافة جيدا في كتلة الحلوي حتي تمام التجانس .

- تنقل كتلة الحلوي الي آلة الشد واللف Pulling machine وتستمر عمليتي الشد واللف حتي يتكون القوام الإسفنجي .

- تجري علي كتلة الحلوي بعد ذلك عمليات التشكيل حتي يصل سمكها إلي 2-3 سم فتقطع إلي الأشكال المناسبة وتترك لتبرد لدرجة الحرارة المناسبة .

- تغلف الحلوي وتعبأ في العبوات المناسبة .

وفيما يلي بعض أهم الاعتبارات الواجب مراعاتها عند صناعة البونبون :

- تحتوي منتجات البونبون علي هواء موزع بشكل منتظم بين جزئيات المكونات .
- وعند إستخدام الزيوت الطيارة الطبيعية كمواد منكهة للبونبون تكون عرضة للتأكسد بسبب وجود الهواء بين جزئيات المكونات لذلك يفضل إستخدام زيوت طيارة إصطناعية تقاوم الأكسدة في هذا النوع من المنتجات .
- قد يحدث عيب التبلور في البونبون عند تخزينه في جو دافيء (38 درجة مئوية) رطب .
- يمكن تصنيع البونبون السادة بنكهات متباينة وعندئذ يجب إختيار المادة الملونة المناسبة للنكهة المختارة .

2.3.6.4- البونبون المحشو Soft Center Bonbons

يتكون البونبون المحشو من غلاف من الحلوي ذات المظهر الزجاجي الشفاف يحصر بداخله مكونات الحشو . ويصنع البونبون المحشي بدفع مكونات الحشو (المخزنة في الوعاء الخاص بها) من خلال أنبوبة مرنة إلي حبل الحلوي ذا القوام البلاستيكي . وغالبا ماتتم عملية الحشو في المصانع بنظام الدفعات ، فيمرر حبل الحلوي بعد ضبط سمكه خلال مجموعة بكرات بشكل معين ، وأثناء عملية التشكيل توضع مكونات الحشو في المركز وتستكمل عمليات الضغط والتشكيل ، ثم يقطع البونبون المحشو إلي قطع صغيرة .

وعادة ماتجري عمليتي الشد واللف Pulling علي كتلة حلوي غلاف البونبون لمدة قصيرة وتضاف أقل كمية ممكنة من المواد المنكهة والملونة حتي يكتسب غلاف البونبون المحشو اللمعان المطلوب والمظهر الزجاجي لاظهار الحشو داخل الغلاف .

ومن الضروري أن يتم ضبط درجات الحرارة بدقة شديدة أثناء تلك العملية حيث يجب أن يكون غلاف الحلوي الخارجي ساخنا قدر الإمكان (مع الإحتفاظ بالقوام البلاستيكي) كما يجب أن يكون الحشو علي نفس درجة الحرارة .

- توضع معظم المواد المنكهة في الحشو الداخلي لزيادة ثباتها أثناء التخزين .

وفيما يلي مثالا عمليا لإنتاج البونبون المحشو :

مكونات الغلاف : 11.3 كجم سكر ، 3.6 كجم شراب جلوكوز ، 3.85 كجم ماء

- يذاب السكر في الماء علي الساخن ويضاف شراب الجلوكوز ويطبخ الشراب حتي تصل درجة حرارة غليانه إلي 146 درجة مئوية .

- يصب الشراب المركز علي منضدة التبريد وتلف كتلة الحلوي للداخل وتضاف المواد المنكهة والملونة وتوزع جيدا في كتلة الحلوي حتي تمام تجانس توزيعها .

- تجري عمليتي الشد واللف حتي الحصول علي المظهر الشفاف المناسب .

مكونات الحشو : 11.3 كجم مربي ، 5.5 كجم شراب جلوكوز ، 0.9 كجم ماء ، 21.2 جم حمض ستريك يذاب في 28 جم ماء .

- تسخن المربي وشراب الجلوكوز والماء ويستمر الغليان حتي تصل درجة الحرارة إلي 117 درجة مئوية .

- يبرد المخلوط السابق تدريجيا ويضاف حمض الستريك ، والمواد المنكهة والملونة حسب الرغبة .

- **ملحوظة** : يفضل إعداد مخلوط الحشو أولا بأول قبل الإستعمال ويترك دافئا .

وهناك أنواع كثيرة من مواد الحشو كالنوع المعروف بالترفل Truffle والذي يتكون من : **11.3 كجم كريم الفوندان ، 1.36 كجم عجينة كاكاو ، 2.72 كجم لبن مكثف محلي "كامل الدسم" ، فانيليا ومواد ملونة حسب الرغبة .**

• يصهر الفوندان علي 60-63 درجة مئوية ويضاف إليه عجينة الكاكاو مع الخلط الجيد .

• يسخن اللبن المكثف المحلي إلي 93 درجة مئوية مع التقليب بهدوء "لمنع تكون جيوب هوائية" لمدة حوالي 15 دقيقة ثم يضاف إليه مخلوط الفوندان وعجينة الكاكاو مع إستمرار التقليب حتي تجانس التوزيع .

ومن أنواع البونبون المحشي المعروفة النوع المعروف بنكهة النعناع After-Dinner Mints ويتكون غلاف بونبون النعناع من **15 كجم سكر ، 45 جم طرطرات البوتاسيوم الحامضية ، 6 كجم ماء** • حيث يطبخ هذا المخلوط حتي تصل نقطة غليانه إلي 135 درجة مئوية ثم يصب علي منضدة التبريد ، بعد التبريد تلف حواف كتلة الحلوي للداخل . وتضاف علي كتلة الحلوي **750 جم مسحوق سكر** (سكر ثلجي) ، **7 مل زيت نعناع** .

• تجري علي كتلة الحلوي عمليات الشد واللف حتي يتكون القوام الاسفنجي .

• يتم تشكيل الحلوي إلي أشكال القطع المناسبة وتخزن في مكان دافيء رطب حتي تتبلور جزئيا .

وتجدر الإشارة إلي :

• يمكن إستخدام عجائن كثيرة في حشو البونبون مثل النوجا الطرية ، التوفي بأنواعه المختلفة ، كذلك عجائن النقليات ، والفواكه المحفوظة ، ... الخ .

• عند وجود مكونات في الحشو بها دهون كاللبن المكثف والنقليات يجب تعريضها لمعاملة حرارية كافية لتثبيط إنزيمات الليبيز .

• يفضل تعقيم معظم المكونات قبل إستخدامها في تصنيع منتجات الحلوي المختلفة .

• في المصانع الحديثة تتم عملية تشكيل البونبون وحشوه بإستخدام جهاز الباثق وفي تلك الحالة تعدل لزوجة وقوام الأغلفة بتغيير نسب السكر / شراب الجلوكوز في خلطة

مكونات الغلاف ، وتوجه الحلوي إلي جهاز الباثق في شكل حبل طويل ، يتميز رأس جهاز الباثق (شكل3.4-4) بفتحة في المركز يخرج منها مكونات الحشو والتي تغطي من الجانبين بحبل الحلوي ، وتخرج الحلوي المحشوة من جهاز الباثق عند درجات حرارة ولزوجة محددة فيتم تقطيعها إلي الأشكال المناسبة .

4.6.4- وفيما يلي بعض خصائص الحلوي المغلية والمشاكل التكنولوجية التي تواجه القائمين بصناعتها :

(1) يتراوح المحتوي الرطوبي للحلوي المغلية في الأوعية المفتوحة بين 2-4% (مقدرة بطريقة كارل فيشر) وللحلوي المطبوخة تحت تفريغ بين 4-5% . وتؤدي زيادة المحتوي الرطوبي في الحلوي المغلية عن الحدود المشار إليها إلي سرعة إمتصاصها لرطوبة الجو فتنخفض لزوجتها وتعطي الفرصة لحركة جزيئات السكروز لإعادة التبلور Recrystallization ويعتبر عيب التبلور من أخطر عيوب الحلوي المغلية . ويعتمد معدل التبلور في الحالة السابقة علي: المحتوي الرطوبي ، نسبة السكريات المختزلة الكلية في الحلوي المغلية ، تركيب الكربوهيدرات في شراب الجلوكوز المستخدم في الخلطة .

(2) يبلغ إتزان الرطوبة النسبية Equilibrium Relative Humidity (ERH) للحلوي المغلية بين 26-32% ، وهي عبارة عن النسبة بين كمية الرطوبة الموجودة في الهواء المحيط بالحلوي وكمية الرطوبة في الهواء المشبع الكلي ، وعند تساوي قيمة الـ ERH مع قيمة الرطوبة النسبية للهواء يحدث إتزان ولاتفقد أو تكتسب الحلوي أي رطوبة. أما عند إنخفاض الـ ERH للحلوي عن الرطوبة النسبية للهواء تمتص الحلوي رطوبة من الجو المحيط بها ، والعكس صحيح .

(3) عند تخزين الحلوي وتداولها في الأسواق فإنه عادة ماتكون الـ ERH في ظروف التخزين والتداول أعلي من ERH الحلوي ولذلك تمتص الحلوي رطوبة حتي تصل لحالة الإتزان . وتجدر الإشارة إلي أن وجود شراب الجلوكوز في خلطة الحلوي يقلل من قابليتها لإمتصاص الرطوبة عما لو إستخدم السكر المحول بدلا منه .

(4) يتميز شراب الجلوكوز عند إستخدامه في خلطة الحلوي المغلية بأنه أقل هيجروسكوبية من شراب السكر المحول ، كما يقلل إستخدام شراب الجلوكوز من احتمالات حدوث عيب التبلور .

(5) يؤدي أي إختلال في تركيب خلطة الحلوي لزيادة إحتمال حدوث تبلور للسكر فإذا لم تضاف مواد الدكتور بالنسبة الملائمة أو قلت نسبة شراب الجلوكوز أو السكر المحول عن النسبة المتزنة ، وحدثت عملية خلط شديدة للمكونات أو تيارات دوامية في وعاء الطبخ ، فإن بللورات السكر التي تتكون كأنوية تعطي الفرصة لنمو بللورات كبيرة. وبدلا من أن يصبح الشراب المركز المطبوخ رائقا يتحول إلي المظهر المعتم ويستمر ذلك حتي تظهر بللورات بيضاء. ويمكن أيضا للمواد المضافة بعد إنتهاء الطبخ ، إذا ماإحتوت علي مواد صلبة غير ذائبة، أن تعمل كأنوية تعطي الفرصة لتجميع ونمو بللورات السكر.

(6) يؤدي إمتصاص الحلوي المغلية للرطوبة أو نقص لزوجتها لحدوث عيب التلزج Stickiness فتصبح الحلوي لزجة وتكتسب صفات المواد اللاصقة ، ويحدث عيب التلزج بسبب زيادة نسبة السكروز المتحول (الجلوكوز ، فركتوز) أثناء الطبخ عن 2-3% من مكونات الخلطة . هذا وتؤدي إضافة الأحماض العضوية أو مركبات أخري لها pH منخفض لزيادة نسبة تحول السكروز مما يكسب الحلوي القوام اللزج ويقلل من فترة صلاحيتها كما يسبب مشاكل تصنيعية خاصة أثناء عملية التغليف .

(7) يمكن تلخيص الأسباب التي تؤدي لحدوث عيب التبلور في الحلوي المغلية فيما يلي :

1.7- إرتفاع نسبة السكر/جلوكوز عن النسبة المتزنة .

2.7- إرتفاع نسبة الرطوبة في المنتج النهائي .

3.7- إضافة أي مواد صلبة غير ذائبة تعمل كبذرة للتبلور (كمساحيق المواد المنكهة أو المواد الملونة) .

4.7- تخزين الحلوي في ظروف رطوبة عالية .

5.7- تخزين الحلوي في جو دافيء يقلل من لزوجتها ويسمح بحرية حركة البللورات في الشراب المركز .

(8) كما يمكن تلخيص الأسباب التي تؤدي لحدوث عيب التلزج في الحلوي المغلية فيما يلي :

1.8- زيادة نسبة تحول السكروز أثناء عملية الطبخ . ويعتمد مستوي السكر المحول في الحلوي المغلية علي : • نسبة السكر / شراب الجلوكوز ،

* تحولات السكروز أثناء عملية الطبخ ، * إضافة مكونات أخري بها نسبة من السكر المختزل (مثل إضافة عسل النحل أو السكر المحول) ، (هذا ويجب ألا تزيد نسبة السكر المختزل في الثلاث حالات السابقة عن 23.5% حتي لايحدث عيبي التلزج/التبلور في الحلوي المغلية مع نقص فترة الصلاحية) ، * معدل تحول السكر عند إضافة كريم التارتار بدلا من شراب الجلوكوز ، * إضافة أحماض عضوية أو حلوي تعاد للتشغيلة فينخفض pH الخلطة ويزيد معدل تحول السكروز أثناء الطبخ .

2.8- زيادة الرطوبة النسبية في غرف التشكيل ، والتغليف والتعبئة حيث يجب ألا تزيد الرطوبة النسبية في غرف التغليف والتعبئة عن 45% ، هذا ويفضل تغليف الحلوي دافئة (32 درجة مئوية) .

3.8- إستخدام مواد تغليف غير مناسبة لاتمنع إنتقال بخار الماء بين الحلوي والجو الخارجي .

4.8- تخزين الحلوي تحت ظروف رطوبة نسبية عالية .

(9) كلما زادت فترة طبخ الحلوي وإرتفعت درجة الحرارة تغير لونها إلي اللون الأصفر أو البني الفاتح ، وتصبح الحلوي داكنة اللون ، وبعض منتجات الحلوي المغلية مثل المنكهة بالنعناع والمنتجات المشابهه يجب أن يكون لونها فاتحا ويجب خلوها من أي مظهر لدكانة اللون .

(10) هناك عيوب كانت شائعة في الحلوي المغلية مثل ضعف النكهة ، التبقع وتكون الجيوب الهوائية ، ... الخ ، ومع تقدم طرق ونظم التصنيع وتحول عملية التصنيع في المصانع الحديثة إلي النظم المستمرة ، مع تشغيل المصانع بالحواسب الآلية قلت إحتمالات حدوث هذه العيوب في منتجات الحلوي . كذلك أدي تقدم تكنولوجيا تصنيع الحلوي إلي معرفة الأسباب التي كانت تؤدي لهذه العيوب ومعرفة طرق تلافيها وكيفية علاجها عند حدوثها .

7.4- التوفي والكراملة والفودج Toffees, Caramels and Fudge

تتميز هذه المجموعة من منتجات الحلوي بإحتواءها علي اللبن والزبد وبعض أنواع الزيوت النباتية . فعند تسخين بروتينات اللبن في وجود الماء والسكريات (السكر ، السكرالمحول ، شراب الجلوكوز) تتكون نكهة مميزة نتيجة التفاعل بين بروتينات اللبن والسكريات المختزلة . ويعرف هذا التفاعل بتفاعل ميلارد . وفي بعض المراجع العلمية يعتبر تفاعل ميلارد أحد أنواع الكرملة . فهناك الكرملة الناتجة عن تسخين محلول السكريات علي درجة حرارة مرتفعة مثلما يحدث لمخلوط الحلوي المغلية عند طبخه علي "149-154 درجة مئوية" كما ينشأ أيضا عن تسخين السكريات في وسط قلوي أو حامضي كما سبق تبيانه (ص 130) نكهة كرملة قوية .

وعند إضافة الزبدة إلي شراب مركز أثناء غليانه تتعرض الزبدة لبعض التغيرات الكيميائية والتي ينشأ عنها نكهة جذابة ومرغوبة . ولم يمكن حتي الآن بإستخدام بدائل للزبدة من الزيوت النباتية الحصول علي نفس النكهة .

ومن مكونات الكراملة أيضا السكر البني و/أو المولاس ومحاليل السكر الداكنة والتي تعطي مع اللبن نكهة مميزة مرغوبة .

وتتأثر كثافة النكهة المتكونة أثناء تصنيع الكراملة بالتفاعل بين جوامد اللبن والسكريات المختزلة بطريقة وزمن الطبخ ، فالطرق المستمرة في التصنيع لاينتج عنها نكهة الطبخ المميزة لمنتجات هذه المجموعة ، وقد أمكن التغلب علي نقص نكهة منتجات هذه المجموعة المصنعة بالطرق المستمرة بتخزين الحلوي بعد التصنيع في أوعية تعرف بأوعية الكرملة Carmelizers علي درجة حرارة أقل قليلا من درجة حرارة الطبخ مع التقليب المستمر أثناء التخزين فتتولد نكهة الكراميل المميزة لأفراد هذه المجموعة .

وتختلف منتجات الكراميل والتوفي والبترسكوتش Butterscotch عن بعضها البعض في محتواها من اللبن والدهن ، ونوع الدهن ، والمحتوي الرطوبي ومن منتجات هذه المجموعة : الكراملة الطرية ، الكراملة الصلبة ، والتوفي الصلب إلا أنه قابل للمضغ. وتتميز البترسكوتش بأنها صلبة وقابلة للكسر . وفي كل هذه المنتجات المشار اليها يكون السكر ذائبا في المحلول فوق المشبع وينتشر في هذا المحلول الدهني وجوامد اللبن إنتشارا كاملا .

أما الفودج وبعض أنواع الكراملة المتبلورة فهي شبيهة بـالفوندان وتتميز بوجود جزء من السكر في صورة متبلورة ويتوزع مع الدهن وجوامد اللبن في الجزء السائل من الشراب .

1.7.4- المكونات ، وطرق التصنيع ، والأجهزة المستخدمة في صناعة الكراملة والفودج والتوفي :

1.1.7.4- المكونات :

• **منتجات الألبان المستخدمة في التصنيع :**

• نادرا مايستخدم اللبن السائل في تصنيع الكراملة فمن الصعوبة بما كان تبخير كمية الماء الكبيرة التي تسببها إضافة اللبن السائل للخلطة ، فتحتاج لطاقة كبيرة لتبخيرها.

• إذا إستخدم اللبن المكثف في تصنيع الكراملة فعادة ماتستخدم مثبتات حيث تؤدي الحموضة المرتفعة للشراب إلي تجمع بروتينات اللبن ، وتستخدم عادة كربونات الصوديوم وتسمح بعض الدول بإستخدام فوسفات أو سترات الصوديوم كمثبتات .

• ينخفض pH اللبن الطازج من 6.5 إلي 4.5 عند تخزينه وتتكون الحموضة وعندئذ تترسب بروتيناته بالتسخين ، لذلك يفضل اللبن المكثف المحلي في صناعة الكراملة وقد يكون كامل الدسم أو منزوع الدهن . وعند إستخدام اللبن المكثف منزوع الدهن تضاف زيوت نباتية مع المواد المستحلبة المناسبة أثناء عملية التصنيع .

• قد تستخدم أيضا في تصنيع منتجات هذه المجموعة مسحوق اللبن المجفف بالرذاذ سواء كامل الدسم أو منزوع الدهن إلا أنه يجب إذابته جيدا وتحويله للصورة السائلة قبل إستخدامه في التصنيع حتي لاتتكتل جزيئاته أثناء التصنيع أو تظهر حبيباته الخشنة في المنتج النهائي .

• **الدهون والمكونات المتعلقة بها :**

• يفضل إستخدام الزبد (دهن اللبن) في صناعة التوفي والكراملة حيث تكسبها نكهة فريدة ومميزة لايمكن تعويضها بإستخدام الزيوت النباتية .

• أمكن إستخدام بعض أنواع الزيوت النباتية وخاصة زيت النخيل في صناعة منتجات التوفي والكراملة كبدائل للزبد .

• عند تخزين الزبد أو الزيوت النباتية في صهاريج المكونات يراعي أن تكون الصهاريج مصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ حيث تؤدي أنواع الصهاريج المصنوعة من النحاس لأكسدة الدهون .

• عادة ماتضاف مواد مستحلبة لخلطة الحلوي ، وأكثرها إستخداما الجليسرول أحادي الستيارات .

• **السكريات** : يستخدم السكر البني وبعض أنواع الشراب الداكن اللون في تصنيع الكراملة لإكسابها نكهة إضافية . ويمكن إستخدام هذه السكريات بدلا من السكر الأبيض المتبلور جزئيا أو كليا ، كما يستخدم أيضا شراب الجلوكوز بأنواعه المختلفة .

• ومن الخلطات التي تستخدم في صناعة **الكراملة الطرية** الخلطة التالية : **3 كجم ماء ، 4.5 كجم سكر أبيض متبلور ، 4.5 كجم سكر بني ، 7.7 كجم شراب جلوكوز "42DE" ، 8.2 كجم لبن مكثف محلي كامل الدسم ، 3.6 كجم زيوت نباتية صلبة (نقطة إنصهارها 32 درجة مئوية) ، 227 جم جليسرول أحادي الستيارات ، 142 جم ملح .**

• وعند طبخ هذه المكونات بنظام الدفعات توضع في وعاء مفتوح وتقلب بصورة مستمرة مع التسخين باللهب المباشر أو بالبخار(في الجدار المزدوج لوعاء الطبخ) ويستمر التقليب مع التسخين حتي تذوب كل السكريات وتخلط معها كل المكونات الأخري .

• تزال أي سكريات أو مواد صلبة تلتصق بالحافة العليا لوعاء الطبخ أثناء التسخين بفرشاه مبللة بالماء .

• يستمر التسخين ويرفع معدله تدريجيا وتقاس درجة حرارة المخلوط حتي تصل درجة غليانه إلي نقطة إنتهاء الطبخ عند 118 درجة مئوية .

• يوقف التسخين ويستمر التقليب لبضعة دقائق ، ثم تسكب الكراملة علي منضدة التبريد وتستكمل عمليات التشكيل ثم التغليف والتعبئة .

وتجدر الإشارة إلي الإعتبارات التالية :

(1) يتغير لون الكراملة أثناء عملية الطبخ كما يتغير اللون أيضا علي منضدة التبريد ويتحول في كلا الحالتين إلي اللون الأصفر فالبني الفاتح .

(2) يمكن إستبدال شراب الجلوكوز القياسي (42DE) المضاف لخلطة الكراملة السابقة إما بشراب جلوكوز منخفض القوة الإختزالية أو شراب جلوكوز مرتفع القوة الإختزالية (أعلي من 42) ، أو بشراب سكر محول . وفي جميع الحالات السابقة تنتهي عملية الطبخ عند درجة حرارة 118 درجة مئوية ، وتلاحظ الإختلافات التالية نتيجة إستبدال شراب الجلوكوز القياسي :

- تزداد لزوجة وصلابة الكراملة التي يضاف إليها شراب الجلوكوز منخفض القوة الإختزالية كما تقل درجة حلاوتها مقارنة بإضافة شراب الجلوكوز القياسي .
- أما الكراملة التي يضاف إليها شراب الجلوكوز مرتفع القوة الإختزالية فتقل لزوجتها وتزداد حلاوتها .
- وعند إضافة السكر المحول بدلا من شراب الجلوكوز القياسي تكون الكراملة أقل لزوجة وتتميز بلون داكن ، وتزداد دكانة لونها بعد صبها علي منضدة التبريد كما تتغير نكهتها وتكتسب طعم مر خفيف .
- توجد ثلاثة أنواع من الكراملة : الطرية ، المتوسطة الطراوة ، الصلبة . ويوضح الجدول التالي (4.4) درجات حرارة غليانها عند انتهاء الطبخ ومحتواها الرطوبي.

جدول (4.4): درجات حرارة غليان الكراملة الطرية والمتوسطة الطراوة والصلبة ومحتواها الرطوبي .

نوع الكراملة	درجة حرارة الغليان عند إنتهاء الطبخ (م°)	المحتوي الرطوبي %
الكراملة الطرية	120-118	10-9
الكراملة متوسطة الطراوة	124-121	8-7
الكراملة الصلبة	131-128	6-5

- تستخدم الكراملة الطرية عادة في تغطية منتجات الحلوي الأخري سواء بالطرق التقليدية أو بجهاز الباثق Extruder .
- هناك خلطات عديدة للكراملة تختلف من مصنع لآخر وتتباين هذه الخلطات في نسب المكونات ، كما قد تضاف للكراملة نقليات خاصة المطحونة أو جوز الهند أو شوكولاتة أو زبيب .
- تضاف مواد مختلفة لتعديل قوام الكراملة ... فيضاف الجيلاتين بنسبة 0.25% من الخلطة في الكراملة المضاغة ، وتضاف نشا الذرة أو النشا معدل التركيب لخلطة الكراملة لتحافظ علي قوامها وشكلها بعد التصنيع ، كما قد يضاف الفرابي لخلطة الكراملة بنسبة حوالي 6% كعامل لإدخال الهواء فيخفض من كثافة الكراملة .
- عند تصنيع **الفودج Fudge** تضاف للخلطة الرئيسية للكراملة حوالي 3.2 كجم فوندان بالطريقة التالية :

– بعد أن تصل درجة حرارة خلطة الكراملة أثناء طبخها إلي 118 درجة مئوية (نقطة إنتهاء الطبخ) تقسم محتويات وعاء الطبخ إلي نصفين :

1- النصف الأول يبرد إلي 82 درجة مئوية وتضاف إليه نصف كمية الفوندان (1.6 كجم) .

2- النصف الثاني يضاف إليه نصف كمية الفوندان وهو ساخن .

ويخلط الفوندان جيدا في كلتا الحالتين مع خلطة الكراملة .

– تصب خلطتي "الكراملة والفوندان" الأولي والثانية علي منضدة التبريد . تتميز الكراملة التي أضيف إليها الفوندان علي درجة حرارة منخفضة (82 درجة مئوية) بسوعة التصلب أما الثانية فتظل طرية لمدة طويلة .

– بعد 20 ساعة يتميز النصف الأول من الفودج بقوامه الصلب وبتبلور جزء من السكر ، أما النصف الثاني فيتميز بقوامه الطري وبذوبان السكر دون ظهور علامات تبلور.

• من خلطات التوفي "Toffee" الخلطة التالية : 11.3 كجم سكر (أبيض متبلور) ، 9 كجم زبدة مملحة ، 71 جم ملح طعام ، 28.3 جم ليسيثين ، 2.26 كجم لوز مطحون . وكذلك الخلطة التالية : 2.5 كجم سكروز ، 3.5 كجم شراب جلوكوز ، 2.3 كجم لبن مكثف كامل الدسم ، 1 كجم زبدة أو سمن نباتي ، 0.2 كجم نشا ذرة ، 30 جم ملح ، 50 جم ليسيثين ، 40 جم فانيليا .

• يعتبر الـ Butterscotch من أنواع التوفي ، وتضاف إليه الزبدة فقط مع السكر والجلوكوز ، كما قد يضاف إليه أيضا زيت ليمون .

– مكونات البترسكوتش : 45.3 كجم سكر (أبيض متبلور) ، 11.3 كجم شراب جلوكوز ، 18 كجم ماء .

– تذاب المكونات في الماء وتطبخ حتي تصل نقطة غليان المخلوط إلي 143–146 درجة مئوية ثم يضاف حوالي 3.6 كجم زبدة مملحة وتخلط جيدا مع الشراب الساخن ثم يضاف زيت ليمون حسب الرغبة .

– بعد إنتهاء الطبخ تسكب البترسكوتش علي منضدة التبريد وعند وصولها للقوام البلاستيكي يتم تشكيلها .

2.1.7.4– تصنيع الكراملة والفودج في مصانع الحلوي

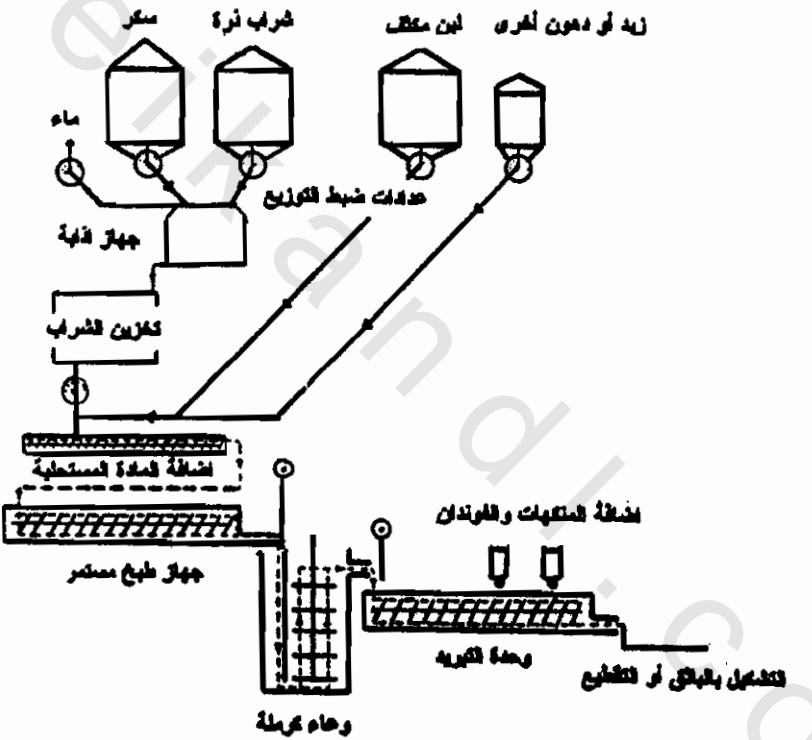
في المصانع الصغيرة والقديمة كانت عملية طبخ الكراملة والفودج تتم في الاوعية المفتوحة والتسخين باللهب المباشر . وكانت هذه الطريقة البدائية في التصنيع تكسب منتجات هذه المجموعة النكهة المميزة للكراملة .

وعندما تم تعديل طريقة الطبخ باللهب المباشر إلي إستخدام أوعية مزدوجة الجدار وتسخن بالبخار كطريقة من طرق الطبخ علي دفعات أكسبت هذه الطريقة أيضا منتجات هذه المجموعة النكهة المميزة للكراملة .

أما في المصانع الحديثة فقد إستخدمت الطرق المستمرة في التصنيع إلا أن السرعة التي يتم بها التصنيع في الطرق المستمرة أدت إلي ضعف نكهة الكراملة في منتجات هذه المجموعة. فتفاعل ميلارد الذي يحدث بين بروتينات اللبن والسكريات المختزلة في وجود

الماء هو المسئول بصفة رئيسية عن النكهة النهائية للكراملة ، وتعتمد كثافة النكهة المتكونة علي زمن التسخين ونسبة السكر المختزل والماء . هذا وقد أجري تعديل خطوط تصنيع الكراملة بالنظام المستمر بإلحاق أوعية كرملة Carmelizers في خط التصنيع . فبعد إنتهاء الطبخ تمر الكراملة خلال مسخن (وعاء الكرملة) لمدة حوالي 20 دقيقة علي درجة حرارة قريبة من نقطة إنتهاء عملية الطبخ فتكتسب نكهة الكراميل المميزة لمنتجات هذه المجموعة .

ويوضح الشكل (11.4) رسم تخطيطي لتصنيع الكراملة والفودج بالنظام المستمر .



شكل (11.4) : رسم تخطيطي لتصنيع الكراملة والفودج بالنظام المستمر

8.4. منتجات الحلوي المستخدم فيها عوامل إدخال الهواء

Aerated Confectionery

مقدمـــــــــة

هي منتجات الحلوي المستخدم في تصنيعها عوامل إدخال الـهواء لزيـادة حجمـها وخفض وزنها النوعي وتحسين قوامها ومظهرها ويحتمل أيضا القيمة الهضميـة ، ويتـم إدخال الهواء Incorporation of air في هذه المنتجات بعـدة طـرق أهمـها الطـرق الميكانيكية ثم الطرق الكيماوية . وتتلخص أهم الطرق الميكانيكية المستخدمة فـي إدخـال الهواء في منتجات الحلوي فيما يلي :

1- إدخال الهواء أو غاز خامل في الشراب أو الدهن بواسطة "الخفق الميكـانيكي" سواء تحت ظروف الضغط الجوي العادي أو الضغط المرتفع . ولتجنب إنـهيار الرغـوة بعد تكوينها أو بمعني آخر "هروب الهواء من المنتج" تضاف عادة مواد مثبتة للرغوة مثـل الجيلاتين ، وألبيومين البيض ، وبروتينات اللبن المتحللة ، والصمغ ... الخ .

2- إذابة الهواء أو الغاز تحت ضغط مرتفع في الشراب المركز أو مخلوط الدهـن أو الشوكولاتة وعند خروج هذا المخلوط من فتحة وعاء الضغط المرتفع ، يتمدد المخلـوط ، بسبب محاولة الغاز الخروج من مخلوط الحلوي عند الضغط الجـوي العـادي فتتكـون فقاقيع هوائية صغيرة تحصرها مكونات مخلوط الحلوي وتنتفخ . وعادة تصنع الشـوكولاتة المخفوقة بهذه الطريقة حيث يذاب غاز ثاني أكسيد الكربون ، في كل من زبـدة الكاكـاو والشوكولاتة السائلة ، تحت ضغط مرتفع . وعند خروج تلك المكونات من وعاء الضغـط المرتفع ، للضغط الجوي العادي ، يحاول الغاز الخروج فتحجـزه جزيئـات الشـوكولاتة فتنتفخ وتكون رغوة شوكولاتة لزجة القوام . وعندئذ يتـم صبـها فـي القوالـب لعمليـة "التشكيل" ، "وتتصلب" بالتبريد .

3- تستخدم عمليات الشد واللف في إدخال الهواء لمنتجات الحلـوي الصلبـة ذات المظهر اللامع مثل البونبون اللامع Satin hard boiling وغلاف البونبون المحشي .

4- يمكن إدخال الهواء للحلوي الصلبة في مرحلة القوام البلاستيكي بجهاز الباثق Extruder ففي أثناء عملية البثق تمرر الحلوي البلاستيكية القوام من خلال جزء معدني به ثقوب عديدة بشكل نجوم ، وعند خروج شرائط الحلوي (ذات المقطع بشكل النجمة) من فتحات جهاز الباثق تلتصق هذه الشرائط مع بعضها تاركة بداخلها قنوات ممتلئة بالهواء ، ويمكن أن تملأ هذه القنوات بمكونات حشو من أنواع العجائن الطرية .

5- عند إعداد شرائح الحلوي بطريقة الإسطوانات ثم تركيب هذه الشرائح مع بعضها لتكون أشكال القضبان التي تحصر بداخلها قنوات من الهواء ، فتقل كثافة منتجات الحلوي ، وتتكون أشكالا من الحلوي شبيهة بأشكال جهاز الباثق ولكنها أقل إنتظاما وتجانسا.

أما الطرق الكيميائية لإدخال الهواء في منتجات الحلوي فتعتمد علي تحلل بعض المواد الكيميائية ، مثل بيكربونات الصوديوم ، بالحرارة منتجة غاز ثاني أكسيد الكربون ، وقد تنتج أيضا بيكربونات الصوديوم غاز ثاني أكسيد الكربون في وجود الرطوبة والأحماض العضوية في خلطة الحلوي . وعند إندفاع غاز ثاني أكسيد الكربون في صورة فقاعات صغيرة تتكون خلايا من الهواء المحاط بغشاء من مكونات الحلوي (سواء بروتيني أو سكريد عديد) عند سطح الهواء والمحلول السكري . ويعتمد حجم الفقاعات علي حجم جزيئات البيكربونات ، ودرجة النشاط السطحي لمكونات الحلوي التي تحجز بداخلها فقاقيع الهواء . كما يؤثر النشاط السطحي للمكونات على قوة هذه الفقاعات وقدرتها علي الإندماج مع الفقاعات الأكبر ، وعندما يحدث الإندماج ويزداد حجم فقاعات الهواء في مخلوط الحلوي تقل كثافة الحلوي ويزداد حجمها ويتميز قوامها بالهشاشة .

ومن الأهمية بمكان المحافظة علي ثبات الرغوة Foam stability في منتجات الحلوي "المغلية والمارشمالو والنوجا وأنواع الحلوي الأخري" المشبعة بالهواء . ويؤدي وجود بعض المكونات مثل المواد الدهنية والأحماض الدهنية والزيوت الطيارة وبعض المواد المنكهة الأخري في خلطة الحلوي إلي هدم أو إضعاف الرغوة لأنها تزيد من التوتر السطحي Surface tension وللتغلب علي ضعف الرغوة تضاف مواد مثبتة للرغوة مثل الجيلاتين أو البيومين البيض .

ويتأثر كذلك ثبات الرغوة في الحلوي بقوة وزمن الخلط . فإذا زاد معدل خلط المكونات عن حد معين يتكون القوام الإسفنجي حيث تندمج بعض فقاقيع الهواء مع بعضها ولاتتكون الفقاقيع الهوائية الكبيرة التي تكسب منتجات الحلوي القوام الهش .

وتشمل منتجات الحلوي المستخدم فيها عوامل إدخال الهواء نوعين أساسيين من المنتجات الأول منخفض الكثافة نسبيا ويعرف بالمارشمالو أما النوع الثاني فهو النوجا والتي كانت تصنع من عسل النحل وألبيومين البيض مع الفاكهة والنقل وحديثا يستبدل عسل النحل ، لتقليل التكاليف ، بالسكر أو شراب الجلوكوز .

1.8.4- المارشمالو : Marshmallows

المارشمالو Marshmallow (*Althaea officinalis*) أحد نباتات العائلة الخطمية Hollyhock وتنتج جذوره مادة صمغية لها تأثير دوائي مسكن ، وقد كان يتم تركيب هذا الدواء من عصير جذور نبات المارشمالو والبيض والسكر ثم يخفق المخلوط لإنتاج مارشمالو مخفوق له صفات دوائية لعلاج آلام الصدر وكنوع من أنواع الحلوي .

ويصنع المارشمالو Marshmallow الآن بدون عصير جذور نبات المارشمالو المشار إليه وتستخدم في قائمة مكوناته واحد أو أكثر من عوامل إدخال الهواء مثل ألبيومين البيض ، والجيلاتين واللبن المتحلل والبروتين والصمغ العربي أو أي مواد خفق في شراب سكر / جلوكوز . وتتوقف صفات قوام المارشمالو علي نوع عامل إدخال الهواء ومحتواه النهائي من الرطوبة ، والتي تتراوح بين 12-18% (وزن رطب) .

1.1.8.4- وفيما يلي طريقة تصنيع المارشمالو :

المكونات وطريقة التصنيع :

- **340 جم جيلاتين** تنقع ثم يذاب في **1.58 كجم ماء ساخن** .
- **113 جم ألبيومين بيض** ينقع في **0.68 كجم من الماء البارد** ويذاب ثم يمرر من خلال منخل ، ويضاف إلي محلول الجيلاتين .
- **6.35 كجم سكر** ، **2.72 كجم شراب جلوكوز** ، **2.26 كجم ماء** يذاب السكر وشراب الجلوكوز في الماء ويسخن المخلوط حتي تصل درجة حرارة الغليان إلي 112 درجة مئوية .

- يضاف للشراب السابق 2.7 كجم سكر محول ، ثم تضاف المواد المنكهة حسب الرغبة .

- يبرد مخلوط الشراب (السكر والجلوكوز والسكر المحول) إلي 71 درجة مئوية ، ويضاف إلي محلول الجيلاتين والبيض ويخفق المخلوط حتي يصل للكثافة المناسبة والتي تتراوح بين 0.4 إلي 0.5 .

- يصب المخلوط المخفوق عندما تصل درجة حرارته إلي 49–50 درجة مئوية علي نشا درجة حرارتها حوالي 38 درجة مئوية ومحتواها الرطوبي بين 4–6%

- يترك المخلوط ليجف ويتصلب لمدة تتراوح بين 16–24 ساعة في جو دافيء (27 درجة مئوية) جاف .

2.1.8.4- وفيما يلي بعض أهم الإعتبارات الواجب مراعاتها أثناء التصنيع

- يتأثر قوام وكثافة المارشمالو بدرجة كبيرة بكمية البيومين البيض والجيلاتين أو بإضافة مواد جيلاتينية أخري أو صموغ . كما تؤثر كمية الماء والضغط المستخدم في آلة التصنيع علي كثافة المارشمالو .

- يمكن تصنيع المارشمالو بنظام الدفعات في خطوة واحدة بوضع الشراب وعوامل إدخال الهواء في وعاء الخفق سويا ويخفق المخلوط لإنتاج الرغوة بالكثافة المطلوبة ، أو علي خطوتين حيث تخفق عوامل إدخال الهواء منفصلة حتي تتكون الرغوة في صورة فرابي خفيف ، ويعد الشراب المركز في وعاء آخر ثم يضاف إلي الفرابي الخفيف ، ويلي ذلك خفق مخلوط الفرابي والشراب المركز حتي الوصول للقوام المطلوب (0.4–0.5 جم/سم^3) .

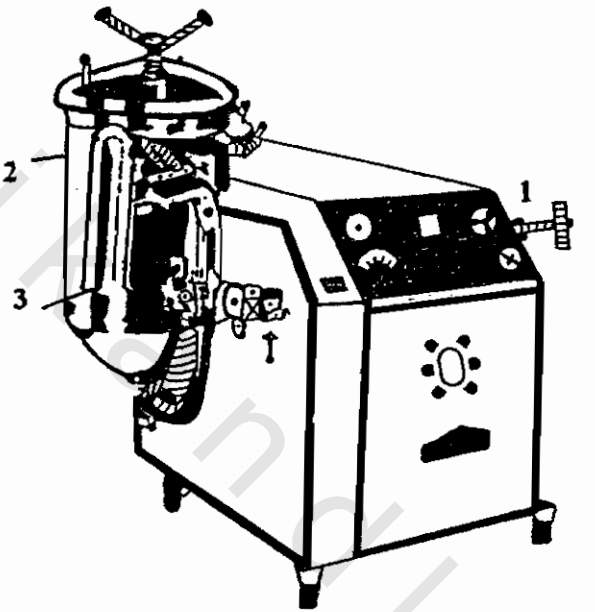
- قد تتم صناعة المارشمالو في أجهزة خفق تحت ضغط كالموضحة في شكل (12.4) ، ويتم التحكم في كثافة المخلوط بالخفق عند ضغط معين وتتكون هذه الأجهزة من :

1- وحدة التحكم في الضغط وزمن الخفق

2- وحدة خلط الشراب وعامل إدخال الهواء Whipping agent في وعاء الضغط

3- وحدة خروج المخلوط الرغوي Foam mix من الجهاز .

ويؤدي خفق الحلوي تحت ضغط مرتفع ، إلي تمددها ، بعد خروجها من جهاز الخفق نتيجة لتمدد الفقاعات الهوائية المضغوطة داخل المخلوط عند خروجها للضغط الجوي العادي .



شكل (12.4) : جهاز خفق مخلوط حلوي المارشمالو تحت ضغط مرتفع بالنظام المستمر .

- لتغيير قوام المارشمالو قد تضاف بعض العوامل الجيلية كالأجار ، والصمغ العربي ، والبكتين منفردة أو مجتمعة .
- يجب تجنب وجود أي آثار من الزيوت أو الدهون في مخلوط حلوي المارشمالو أو في الأدوات المستخدمة في التصنيع حيث تقلل المواد الدهنية من إنتاج الرغوة بسبب قدرة المواد الدهنية علي زيادة الجذب السطحي Interfacial tension ، أما عوامل إدخال الهواء فتنتج الرغوة بكمية وفيرة عند نقص الجذب السطحي .

- من أنواع المارشمالو نوع يعرف بالمالو الصلب Short Mallows وفي هذا النوع يضاف مسحوق السكر إلي مخلوط الحلوي المخفوق وتتميز مكونات "المالو الصلب" بإرتفاع محتواها من السكر ، حيث يتكون شرابه المركز من 6.35 كجم سكر ، 1.36 كجم شراب جلوكوز ، 0.9 كجم سكر محول ، 2.26 كجم من الماء . يذاب السكر وشراب الجلوكوز في الماء الساخن حتي الغليان ثم يضاف السكر المحول .

- يعد المخلوط الرغوي (الفرابي الخفيف) ويضاف إليه حوالي 1 كجم من مسحوق السكر .

- تستكمل باقي خطوات التصنيع كما ذكر سابقا في المارشمالو المنتج علي خطوتين . ويعتبر المالو الصلب من منتجات الحلوي التي يوجد فيها السكر في صورته المتبلورة .

- تغطي بعض أنواع المارشمالو بالشوكولاتة وهذه الأنواع لايحدث فيها عيب الجفاف أو التبلور الذي يحدث في أنواع المارشمالو غير المغطاه .

- تتكون خلطة المارشمالو من شراب مركز لايصل تركيزه إلي 75% ومع إضافة بعض المكونات الأخري كالبيومين البيض أو الجيلاتين والتي يحتمل تلوثها بأنواع بكتريا مرضية أوقد تجعل الحلوي قابلة للتخمر ، أو نمو الفطريات عليها ، لذلك يراعي إتباع كافة خطوات الممارسة العملية السليمة Good Manufacturing Practice في إنتاج هذه المنتجات الحساسة لتجنب حدوث مشاكل ميكروبيولوجية عند تخزينها أو مشاكل صحية لمستهلكيها .

2.8.4- النوجا Nougat

من منتجات الحلوي الواسعة الإنتشار ، بدأ إنتاجها في فرنسا ، وكانت تصنع من مخلوط عسل النحل وبياض البيض المخفوق حتي يصبح فرابي ثم تضاف إليه النقليات والفواكه المجففة ويسمي هذا المنتج في فرنسا مونتيلما Montelimart . وتصنع النوجا

في المصانع بإضافة شراب السكر المطبوخ الساخن إلي شراب رغوي . وقد تكون النوجا صلبة مضاغة hard and chewy أو طرية (يطلق عليها في بعض الأحيان نوجاتين nougatines) ، وقد يكون السكر بها في صورة متبلورة أو غير متبلورة . ولتقليل صلابة النوجا وجعلها أسهل في المضغ تضاف إلي خلطتها كمية قليلة من الدهن لتكسبها بعض الليونة .

وتتميز النوجا الطرية بإرتفاع محتواها الرطوبي وإنخفاض كثافتها . وتوجد خلطات مختلفة من النوجا تضاف إليها مكونات أخري مثل الكاكاو ، مسحوق اللبن ، اللاكتوز ، المولت ، مسحوق السكر . وعند إضافة الدهن تضاف عادة مواد مستحلبة للتغلب علي عيب تلزج قوام النوجا Stickiness كما تيسر من عمليتي "التقطيع" ، "التشكيل" .

وفي النوجا الصلبة غير المتبلورة يوجد السكر ذائبا في محلول الشراب ، بينما تتكون النوجا المتبلورة والنوجا الطرية من وسطين ، وسط الشراب السكري معلقا فيه المواد الصلبة والدهن بتوزيع متجانس . وتتميز النوجا المتبلورة بإرتفاع محتواها من السكر وشراب الجلوكوز عن أنواع النوجا الأخري كما تشمل مكوناتها عادة مسحوق السكر لتشجيع تكوين البللورات كما قد يضاف الفوندان في نهاية عملية الخلط . هذا وقد تصنع النوجا بنظام الدفعات أو بالنظم المستمرة وكما هو الحال في المارشمالو فقد تتم عملية خلط المخلوط الرغوي والشراب السكري تحت ضغط مرتفع .

1.2.8.4- أسس تصنيع ومكونات النوجا

• النوجا الطرية Soft Nougat

تستعمل المكونات التالية في إنتاج النوجا الطرية .

(أ) 115 جم البيومين بيض (أو بديل مناسب) ، 1375 جم ماء ، 2300 جم مسحوق سكر. يذاب ألبيومين البيض في الماء ثم يضاف مسحوق السكر ويخفق المخلوط بجهاز خفق (تفضل المضارب السلك) علي سرعات عالية حتي تتكون الرغوة المناسبة .

(ب) 6 كجم سكر ، 9 كجم شراب جلوكوز ، 1.8 كجم ماء . يذاب السكر في الماء الساخن ثم يضاف شراب الجلوكوز ويستمر الغليان حتي تصل درجة حرارة الشراب المركز إلي 127 درجة مئوية .

- يضاف الشراب الساخن إلي المخلوط الرغوي علي صورة تيار خفيف أثناء التقليب بسرعة منخفضة في جهاز الخفق .

(جـ) 0.9 كجم مسحوق كاكاو (10-12% دهن) ، 0.9 كجم مسحوق مولت (خالي من نشاط إنزيم الدياستيز) ، 0.9 كجم مسحوق لبن فرز ، 0.7 كجم مسحوق سكر (سكر ثلجي) - تخلط الأربعة مساحيق في الصورة الجافة خلطا جيدا وتضاف إلي مخلوط أ ، ب برفق مع التقليب المستمر الخفيف .

(د) 0.450 كجم دهن - يصهر الدهن علي درجة حرارة منخفضة ويضاف للمخلوط مع التقليب البطيء حتي يحدث خلط تام (ويجوز خلط الكاكاو مع الدهن) .

ويفرد المخلوط علي منضدة التبريد حتي يتصلب ويستقر ثم يتم تقطيعه وتغليفه .

*** النوجا الصلبة المضاغة Hard Chewy Nougat**

(أ) 115 جم ألبيومين بيض أو البديل المناسب ، 2 كجم سكر ، 1.6 كجم ماء ، يذاب ألبيومين البيض في **0.9 كجم ماء** ويذاب السكر في **0.7 كجم ماء ساخن** ثم يبرد الشراب السكري ويضاف لمحلول ألبيومين البيض ويخفق المخلوط بنفس الطريقة المشار إليها في النوجا الطرية .

(ب) 11.25 كجم سكر ، 11.25 كجم شراب جلوكوز (منخفض القوة الإختزالية) **4.5 كجم ماء** يذاب السكر في الماء الساخن ويضاف شراب الجلوكوز ويستمر الغليان حتي تصل درجة حرارة الشراب المركز إلي 141 درجة مئوية .

* يضاف الشراب الساخن إلي المخلوط الرغوي علي صورة تيار خفيف من الشراب أثناء التقليب بسرعة منخفضة في جهاز الخفق .

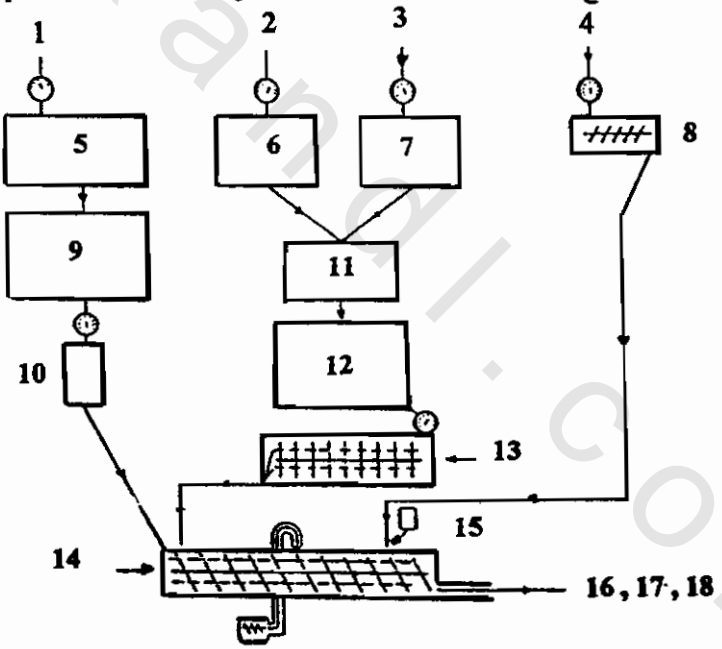
(جـ) يجوز إضافة الدهن ومواد الحشو كالنقليات المجزأة أو المطحونة ، ويفرد المخلوط علي منضدة التبريد أو في ألواح التشكيل حتي يستقر ويتصلب ثم يقطع .

*** إنتاج النوجا في المصانع الحديثة**

زاد الطلب العالمي علي منتجات النوجا المختلفة في العشرة سنوات الأخيرة وخاصة نوع النوجا الطرية التي تباع في صورة قطع علي شكل قضبان مغطاة بالشوكولاتة .

ونتيجة لذلك أقامت المصانع الحديثة خطوط إنتاج ذات سعة إنتاجية عالية لإنتاج النوجا بالطريقة المستمرة .

ومن أمثلة هذه الخطوط خط تصنيع النوجا بالنظام المستمر الموضح في شكل (13.4) . يتكون هذا الخط من صهاريج تخزين المكونات (1- السكر وشراب الجلوكوز والماء ، 2- المولت ، العسل النحل ، السكر البني ، المولاس ، 3- عوامل ادخال الهواء، 4- الكاكاو والتوابل والدهون) وعن طريق نظام التحكم بالحاسب الآلي يتم سحب الكميات المحددة في خلطة النوجا إلي أوعية الإذابة (5- وعاء إذابة وإعداد الشراب السكري المركز "1" ، 6- وعاء إذابة وإعداد المكون "2" ، 7- وعاء إذابة وإعداد عوامل إدخال الهواء "3" ، 8- جهاز إعداد المكون "4" وقد يوصل بجهاز تعقيم لهذه المكونات). يخزن الشراب المركز في وعاء الشراب المركز "9" لحين السحب منه بالكمية المحددة في خلطة الحلوي لجهاز الطبخ "10". أما المكونات 2 ، 3 فتجري عليها عملية البسترة في وحدة



شكل (13.4) : خط تصنيع نوجا بالنظام المستمر

بسترة "11" ثم تخزن في وحدة تخزين الشراب المعد للخفق "12" وتنقل منه إلي جهاز الخفق المستمر "13" بعد سحب الكمية المحددة ببرنامج الحاسب الآلي في نظام التحكم . بعد تكوين المخلوط الرغوي في "13" ، يدفع المخلوط الرغوي إلي وحدة الخلط "14" حيث يقابله في هذه الوحدة تيار الشراب السكري الساخن "10" ، وقد تضاف في الوحدة "14" أيضا المواد المنكهة من الوعاء الخاص بها "15" . يوجه المخلوط النهائي إلي عمليات التشكيل بجهاز الباثق "16" ووحدات التقطيع "17" ، ثم وحدة التغطية بالشوكولاتة في بعض الحالات "18" .

وفيما يلي بعض أهم الإعتبارات الواجب مراعاتها عند تصنيع النوجا :

- يجب بسترة شراب البيض بعد فترة قصيرة من صناعته ببضع ساعات كحد أقصي . كما يجب ألا يخزن شراب البيض في مكان دافيء في أوعية تخزينه .
- يجب أن تعقم أوعية التصنيع وخطوط الأنابيب والمضخات بعد كل فترة إنتاج ، ويكون الغسيل علي مرحلتين والمرحلة الثانية بالماء علي درجة حرارة الغليان أو بالبخار لتجنب تكون أغشية من البيض المتجمع في الأجهزة .
- إذا توقف العمل في المصنع للصيانة لمدة ما يجب غسيل كافة الأجهزة بمنظف معقم لها .
- وبالنسبة لمسحوق الكاكاو ، ومسحوق اللبن والتوابل ، وأي مكونات أخري بها نسبة من الدهون فيجب أن تكون خالية من نشاط إنزيم الليبيز . كما يجب أن تكون أعداد الميكروبات في هذه المكونات أقل مايمكن .
- عادة مايضاف الكاكاو أو التوابل في صورة مسحوق معلق في زيت نباتي ثابت للحرارة ويسخن المعلق علي 110 درجة مئوية . وتؤدي هذه المعاملة إلي إنتشار مسحوق الكاكاو في الزيت النباتي وتمنع حدوث التكتل .
- يعيب الدهون من نوع حامض اللوريك (مثل زيت جوز الهند ، زيت النخيل) قابليتها لحدوث نوع من التزنخ يعرف بالتزنخ الصابوني Soapy rancidity بفعل إنزيم الليبيز . ويستحسن إستخدام الزيوت غير اللورية (التي لاتحتوي أو تحتوي علي حامض اللوريك بنسبة منخفضة) اذا كان قوام الحلوي لايتأثر معنويا بذلك .

- عند إضافة الدهون للمنتجات المشبعة بالهواء ، يجب أن يكون زمن الخلط أقل مايمكن والدهون في صورة معلقة لأن الدهون تؤدي لإنهيار وعدم ثبات الرغوة وقد سبق الإشارة إلي ذلك .

9.4- بعض منتجات الحلوي المستخدم في إنتاجها المواد الجيلية والصموغ

•• الحلوي الجيلية ، والصمغية ، والباستيلية ، والملبن :

Jellies, Gums, Pastilles, Turkish delight

مقدمـــــــــــــــة

تشترك هذه الأصناف في صناعتها من محاليل سكرية مع الصموغ أو المواد الجيلية ويتباين قوام الحلوي الجيلية من الحلوي الصمغية الصلبة hard gums إلي حلوي الجيلي الطرية . وتختلف صفات منتجات هذه المجموعة بسبب نوع المادة الصمغية أو العامل المكون للجيل المستخدم في التصنيع ، والمحتوي الرطوبي للمنتج النهائي . وتختلف طرق إستعمال الصموغ و/أو المادة الجيلية في منتجات حلوي هذه المجموعة بتباين صفاتها ، فعلي سبيل المثال لا الحصر :

- يجب ألا يتعرض الجيلاتين للغليان حتى لايفقد بعض صفاته الجيلية ، حيث يضاف للشراب الساخن ثم يترسب بالتبريد لتكوين الشبكة الجيلية .
- أما الآجار والألجينات فتنتج جيل ضعيف في الوسط المتعادل ويضعف هذا الجيل عند الغليان في محلول حامضي .
- ويستخدم الصمغ العربي والأكاسيا لإنتاج الحلوي الصمغية الصلبة وكمادة مغلظة للقوام في بعض أنواع الحلوي كالمارشمالو .
- تستخدم النشا والنشا معدل التركيب كبديل جزئي أو كلي للعوامل المكونة للجيل في الحلوي الصمغية والملبن .

• يدخل البكتين كمكون أساسي في جيلي الفواكه الحامضي أما البكتين منخفض الميثيل فيكون من ضمن مكونات الجيل المتعادل .

1.9.4- إعداد محاليل العوامل المكونة للجيلي

Solutions of Gelling Agent

يجب إذابة العوامل المكونة للجيلي إذابة كاملة في المحاليل بالطريقة السليمة حتي لاتتغير صفاتها وفي كثير من الأحيان يفضل تصفية محاليلها أو ترشيحها لإزالة أي مواد غريبة منها . وتحتاج بعض العوامل المكونة للجيلي كالجيلاتين والأجار والصمغ العربي لعملية نقع في الماء البارد كما يجب التأكد من عدم ترسيب أي جزء من هذه المواد في قاع وعاء النقع وأثناء عملية النقع يتم تقليب العوامل المكونة للجيلي تقليبا جيدا خاصة في حالة إستخدام مساحيق الجيلاتين أو الآجار .

وتحتاج محاليل الجيلاتين بعد النقع لتدفئتها (وليس غليانها) لإذابتها إذابة كاملة . وتجري إذابة الصمغ العربي بمعدل بطيء وهادىء في ماء دافيء حيث يؤدي التقليب الشديد لإنتاج رغوة وفيرة . أما الأجار فيحتاج لغليان محلوله لإذابته علي ألا يستمر الغليان لمدة طويلة . وتحتاج النشا أيضا لغليان محلولها لإذابتها علي أن تخلط جيدا بالماء البارد وتكون معلق خال من التكتلات قبل التسخين . وهناك بعض أنواع النشا معدل التركيب تذوب في الماء البارد مباشرة . ويحتاج البكتين لإهتمام خاص عند إذابته حيث يجب توزيع ونشر مسحوقه جيدا ، كما يجب إتزان نسب البكتين / السكر / الحامض للحصول من البكتين علي القوام المناسب والمطلوب لصنف معين من الحلوي .

ومن العيوب التي تحدث في الحلوي الجيلية

2.9.4- إدماع الجيلي Syneresis ، إنهيار القوام الجيل Gel Breakdown

الإدماع عيب من عيوب الجيلي ، وهو عبارة عن انفصال شراب من بعض أنواع الجيلي بعد فترة ما من تخزينه . ويؤدي هذا العيب لتدهور كبير في جودة طعم أو مظهر الجيلي كما يقلل من قيمته التجارية بالإضافة للصفات اللاصقة للشراب المنفصل الذي يلتصق بمواد التغليف . ويحدث هذا العيب في جيلي الآجار إذا زادت كمية الحامض المضاف، وفي جيلي البكتين يحدث بسبب عدم تجانس توزيع البكتين في محلوله أو بزيادة

الحموضة أو بسبب صب الجيلي في القوالب في درجة حرارة أقل من الدرجة المناسبة . وتحدث تلك الظاهرة أيضا في حلوي النشا الجيلية ولذلك يضاف مع النشا أحد العوامل المكونة للجيلي ليعمل علي ثبات القوام وتجنب عيب الإدماع ويجب الإشارة إلي حدوث عيب الإدماع في معظم أنواع الجيلي إذا لم تتخذ كافة الإحتياطات لتجنبه أو تقليل معدل حدوثه .

وتعاني بعض أنواع الحلوي الجيلية "بالإضافة لظاهرة الإدماع" من حدوث ظاهرة التبلور Crystallization . ومن أهم أسباب حدوث تبلور للحلوي الجيلية :

• صب الحلوي الجيلية علي نشا أو قشور شوكولاتة أو أي مواد أخري أثناء التشكيل ، عند درجة حرارة أقل من درجة حرارة الصب المثالية .

3.9.4- الحلوي الصمغية Gums

من منتجات الحلوي التي كانت تصنع في البداية لإستخدامها كأدوية بعد إضافة المادة الفعالة كدواء ، ضمن مكوناتها ، حيث يخلط المركب الدوائي مع الصمغ العربي وشراب السكر والعسل النحل وتجري العمليات التصنيعية المناسبة لإنتاج هذه النوعية من الأدوية . ويؤدي وجود الصمغ العربي في خلطة الحلوي الصمغية إلي إنخفاض معدل ذوبانها أثناء إستحلابها في الفم وهذه الصفة مهمة في أدوية علاج إصابات البلعوم .

ويعتبر الصمغ العربي المكون الأساسي عند صناعة الحلوي الصمغية وقد يضاف مع الصمغ العربي الجيلاتين أو النشا معدل التركيب كوسيلة لتعديل قوام الحلوي .

1.3.9.4- أسس تصنيع ومكونات الحلوي الصمغية الصلبة :

تستعمل المكونات التالية في إنتاج الحلوي الصمغية الصلبة :

• 12.7 كجم صمغ عربي ، 11.3 كجم ماء . ينقع الصمغ في الماء الدافيء وترفع درجة الحرارة ببطيء مع التقليب المستمر الهاديء حتي يذوب الصمغ . يمرر المحلول من خلال مناخل ذات ثقوب ضيقة لحجز أي مواد غريبة .

• 6.8 كجم سكر ، 1.8 كجم شراب جلوكوز ، 2.26 كجم ماء ، 0.45-0.68 كجم جليسرول (يجوز إضافته لتجنب زيادة جفاف الحلوي الصمغية في الغرف الساخنة) . تذاب المكونات ويسخن المخلوط حتي تصل نقطة غليانه إلي 124 درجة مئوية .

- يصب الشراب المركز علي محلول الصمغ ويجري التقليب بهدوء شديد (لتجنب تكون رغوة) وتزال أي طبقة ريم سطحية تتكون أثناء التقليب ويستمر التسخين لفترة قصيرة فتتكون طبقة ريم أخري تزال حتي يصبح المحلول الصمغي رائقا تماما . يعقب ذلك عملية الصب والتشكيل علي النشا المجففة (لايتجاوز محتواها الرطوبي 4-5%) .

- تجفف الحلوي الصمغية لمدة 6-10 أيام في غرف خاصة جافة دافئة ، تصل درجة حرارتها إلي 49 درجة منوية ، وتستمر عملية التجفيف حتي يتكون القوام المناسب للحلوي الصمغية .

- ترفع الحلوي الصمغية من النشا ، وتزال النشا من علي سطح الحلوي ، وقد تستخدم أيضا فرشاة لإزالة أي آثار متبقية من النشا علي سطح قطع الحلوي .

- تجري علي الحلوي الصمغية بعد ذلك عملية تلميع (جلزنة Glazing) وذلك بوضعها علي مناخل سلك وتعامل بالبخار حتي يتكون السطح اللامع . ويجب عدم المبالغة في إجراء المعاملة بالبخار ، وإلا يصبح سطح الحلوي طريا لزجا .

- تجري علي الحلوي بعد ذلك معاملة تجفيف إضافية .

هذا وقد أنشأت في بعض المصانع خطوط إنتاج لصناعة الحلوي الصمغية بالنظام المستمر .

وبطبيعة الحال تضاف لمكونات الحلوي الصمغية السابقة المواد المنكهة والأحماض العضوية ، وقد تضاف المواد الملونة . ومن أكثر المواد المنكهة المستخدمة شيوعا نكهة الموالح مثل الليمون والبرتقال والزيوت الطياره لها ، وكذلك مركزات عصائر الفواكه كما تستخدم مواد منكهة أخري عديدة مثل المنتول ، الينسون وبعض مستخلصات الأعشاب الطبية لعلاج آلام البلعوم .

2.3.9.4- الحلوي الصمغية الطرية والباستيلية :

تكسب الصموغ خاصة الصمغ العربي (عند إستخدامه بمفرده في مكونات الحلوي) منتجات الحلوي القوام الصلب . وللحصول علي القوام الطري تضاف مادة جيلية أخري وهي غالبا ماتكون الجيلاتين . يكسب الجيلاتين الحلوي الصمغية القوام الطري والمرن ويسهل من عملية تشكيلها إلي أشكال كثيرة .

أسس تصنيع ومكونات "الحلوي الصمغية الطرية ، والباستيلية" :

"Soft Gums and Pastilles"

تستعمل المكونات التالية في إنتاج الحلوي الصمغية الطرية والباستيلية :

- 4.1 كجم سكر ، 4.1 كجم جلوكوز ، 3.1 كجم عصير فواكه مركز ، أو لب فاكهة ويضاف الماء بالكمية المناسبة والتي تتوقف علي تركيز "عصير الفواكه" ، كما قد يضاف حمض ستريك لضبط الحموضة لتكون ملائمة لتكوين القوام الجيلي .

- تذاب المكونات السابقة ويسخن محلولها حتي تصل درجة حرارة غليان الشراب المركز إلي 121 درجة مئوية .

- 3.1 كجم صمغ عربي ، 3.1 كجم ماء ، 0.45 كجم جيلاتين .

ينقع أولا الجيلاتين في جزء من الماء ثم يذاب ، ويحضر محلول الصمغ العربي (بالطريقة المشار إليها من قبل) في الجزء المتبقي من الماء ، يضاف محلول الجيلاتين لمحلول الصمغ العربي ويراعي دائما كشط الريم حتي يتم الحصول علي محلول رائق تماما .

- يضاف محلول الصمغ / والجيلاتين للشراب ويخلط جيدا ثم يصب علي نشا جاف ويجفف في الغرف الجافة الدافئة (49 درجة مئوية) حتي يتكون القوام الجيلي المناسب ، ويعرف هذا المنتج **بالحلوي الصمغية الطرية .**

- أما **الباستيلية** فتصنع بتغطية الحلوي الصمغية الطرية بطبقة من السكر المتبلور ، تجري عملية التغطية أو "الطمر" بمعاملة قطع الحلوي الصمغية الطرية بالبخار ، بعد نفض وإزاحة النشا منها ، فيتكون علي سطح قطع الحلوي طبقة صمغية لزجة رقيقة تلتصق ببللورات السكر عند إجراء عملية التغطية في إسطوانات دوارة .

- تتم إزالة السكر الزائد بالغربلة أو بإمرار قطع الحلوي علي سيور متقبة هزازة .

- بعد إضافة السكر والتخلص من السكر الزائد تعامل قطع **الباستيلية** بالبخار لتكوين طبقة متماسكة نسبيا من بللورات السكر علي سطح قطع الباستيلية .

- تجري بعد ذلك معاملة تجفيف إضافية للتخلص من الرطوبة التي زادت نسبتها في الباستيلية بعد المعاملة بالبخار .

4.9.4- حلوي النشا الجيلية Starch Jellies

بعد إنتاج أنواع متعددة من النشا معدلة التركيب ومتعددة الصفات إستخدمت أنواع كثيرة منها ، في صناعة حلوي النشا الجيلية ، أما النشا العادي التقليدي كنشا الذرة ونشا القمح فيستخدمان في صناعة الملبن Turkish delight ، والذي تعتمد صناعته علي غليان محلول النشا لمدة طويلة تصل من 4-5 ساعات لتفجير كل حبيبات النشا لتكوين القوام الطري المناسب للملبن ، ومن أنواع النشا المستخدمة في صناعة هذه المجموعة من المنتجات أصناف النشا المغلية Boiling starches التي تعامل بالحامض معاملات مختلفة فتعطي أصناف نشا بخصائص طبيعية وريولوجية متباينة ، وقد أستخدمت أصناف النشا المغلية في إنتاج حلوي النشا المطبوخة سواء في الأوعية المفتوحة ، أو تحت ضغط مرتفع ، أو عند الطبخ بنظام الرشاشات Jet cooking . ومن أنواع النشا المنتجة حديثا تلك المعدلة التركيب بإستخدام تقنية الهندسة الوراثية ، ومن أهم أنواعها النشا ذا المحتوي العالي من الأميلوز .

وعند إستخدام هذا النوع من النشا في صناعة حلوي النشا الجيلية يجب إجراء عملية الطبخ علي ضغط ودرجة حرارة مرتفعين ولفترة زمنية أقل مقارنة بأنواع حلوي النشا الجيلية الأخري . وهناك أنواع كثيرة من حلوي النشا الجيلية تختلف عن بعضها في المواد المنكهة ، والقوام ، ونسب المكونات المختلفة .

أسس تصنيع ومكونات حلوي النشا الجيلية :

1.4.9.4- تصنيع حلوي النشا الجيلية بطريقة الغليان في الأوعية المفتوحة "Open pan"

يستخدم في تصنيع النشا الجيلية عند طبخها في الأوعية المفتوحة نوع من النشا يعرف بالنشا رقيق الغليان thin boiling starch ويضاف مع كمية كافية من الماء لضمان إنفجار حبيبات النشا . ويؤخر السكر المضاف لخلطة الحلوي من جلتنة النشا إذا كانت كمية الماء المضافة للخلطة غير كافية .

وتستعمل المكونات التالية في إنتاج حلوي النشا الجيلية :

22.6 كجم سكر ، 28.0 كجم شراب جلوكوز (42DE) ، 5.4 كجم شراب سكر محول ، 7.25 كجم نشا رقيق الغليان ، 56.7 كجم ماء ، 14 جم حامض ستريك ، مواد منكهة وملونة بالتركيزات المميزة للمنتج .

- يذاب السكر وشراب الجلوكوز وشراب السكر المحول في نصف كمية الماء وترفع درجة الحرارة حتي الغليان .

- يعد معلق النشا في نصف كمية الماء البارد المتبقية .

- يضاف معلق النشا تدريجيا للشراب أثناء الغليان مع التقليب ويستمر الغليان حتي يصل تركيز المواد الصلبة من 76-78% .

- تصب حلوي النشا الجيلية في القوالب للتشكيل، وتستكمل باقي خطوات التصنيع.

2.4.9.4- تصنيع حلوي النشا الجيلية بالطبخ "علي ضغط مرتفع" "Pressure cooking"

أمكن التخلص من المشكلة الأساسية في نظام الطبخ في الأوعية المفتوحة ، ألا وهي الكمية الكبيرة من الماء المضافة في بداية الطبخ وماتستغرقه من زمن وطاقة للتخلص منها بعد ذلك ، بتغيير نظام الطبخ في الأوعية المفتوحة إلي نظام الطبخ "علي ضغط مرتفع" ، ففي هذا النظام تضاف كمية قليلة جدا من الماء مقارنة بنظام الطبخ في الأوعية المفتوحة ، كما تقل كمية الطاقة المستهلكة لطبخ هذا المخلوط وتبخيرحوالي 1-2% رطوبة فقط مع خفض كبير في زمن التصنيع .

وتقسم أنواع طبخ حلوي النشا الجيلية بالبخار إلي نوعين :

(أ) في النوع الأول يتم تسخين خلطة الحلوي علي أسطح مبادلات حرارية ، ومن الأجهزة المستخدمة في هذا النوع أجهزة الـ Chemetator .

(ب) في النوع الثاني وهو نظام الحقن بالبخار يتم تسخين خلطة الحلوي بحقن البخار الخارج من فتحات ضيقة موزعة علي جدار وعاء الضغط بصورة مستمرة حتي نهاية عملية الطبخ والتي لاتستغرق في هذه الحالة إلا عدة ثوان .

• وتستعمل المكونات التالية عند طبخ حلوي النشا الجيلية بنظام المبادلات الحرارية "Chemetator" .

18.1 كجم سكر متبلور ، 27.2 كجم شراب ذرة (مكافيء الدكستروز لـــه 64) ، 5.9 كجم نشا رقيق الغليان ، 7.7 كجم ماء .

– يتم خلط المكونات جيدا في وعاء الإذابة حيث يوضع أولا الماء يليه شراب الذرة ثم باقي المكونات وتخلط جيدا لتوزيع النشا بصورة متجانسة .

– يجري تسخين ابتدائي علي 82 درجة مئوية علي المكونات السابقة مـع التقليـب بصورة مستمرة .

– تنقل المكونات إلي جهاز الطبخ المشار إليه علي ضغط مرتفع ودرجـة حـرارة 138 درجة مئوية .

• وتستعمل المكونات التالية عند طبخ الحلوي بنظام الحقن بالبخار "علي ضغط مرتفع".

18.1 كجم سكر متبلور ، 27.2 كجم شـراب ذرة (64-DE) ، 1.8 كجـم نشـا رقيق الغليان ، 27 كجم نشا عالي الأميلوز ، 5.4 كجم ماء .

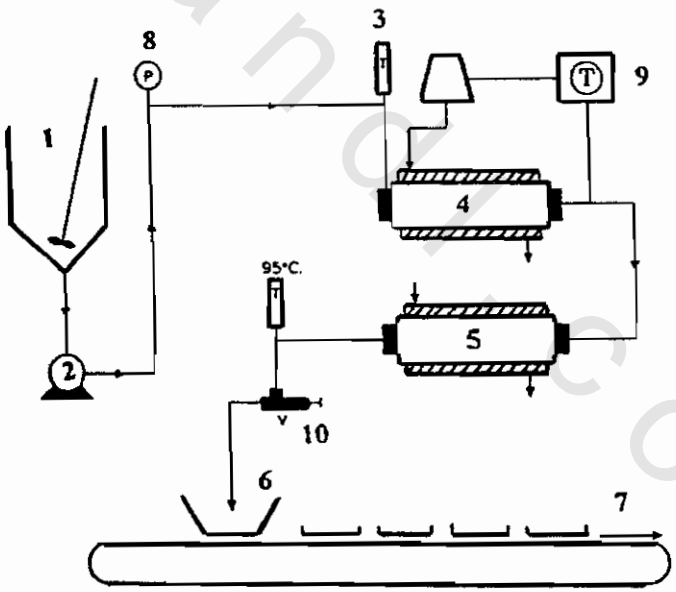
– تخلط المكونات لإعداد معلق النشا المتجانس كما في النظام السابق .

– تسخن الخلطة تسخينا إبتدائيا إلي 93 درجة مئوية ثم تطبخ علي ضغـط مرتفـع بنظام الحقن بالبخار علي 168 درجة مئوية .

– بعد إنتهاء الطبخ تنقل الحلوي الجيلية إلي خلاط مناسب لاضافة المنكهات واللـون ويمكن إضافة المنكهات واللون أثناء مرور الحلوي الجيلية في أنابيب الخروج إلي وحـدات التشكيل .

ويوضح شكل (14.4) النظام المستمر لإنتاج الحلوي الجيليـــة بطريقـة التســخين بالتبادل الحراري بأجهزة "Chemetator" وفي هذا النظام يتم أولا خلط المكونـات فـي الوعاء المخصص لذلك (1) ولايجب أن تزيد كمية الماء المضافة في هذا النظام عن كميـة الماء التي ستبقي في المنتج النهائي بأكثر من 1–2%.تسحب الخلطة بواسطة مضخـة (2)

ويسخن المخلوط تسخينا إبتدائيا في وحدة التسخين الابتدائي علي 70–90 درجة مئوية (3) تدفع خلطة الحلوي المسخنة إبتدائيا إلي وحدة التسخين الرئيسية "Chemetator"(4) بنظام التبادل الحراري حيث يسخن المخلوط إلي درجة الحرارة المناسبة (حوالي 140 درجة مئوية) "9" علي "ضغط مرتفع" . ويعمل جهاز توزيع مخلوط الحلوي علي سطح التسخين داخل وحدة التسخين الرئيسية علي تجاتس وإنتظام توزيع الحرارة داخل وحدة التسخين . وبعد إنتهاء الطبخ تدفع عجينة الحلوي إلي وحدة التبريد بنفس نظام التبادل الحراري وبدلا من مرور البخار الساخن في الأنابيب للطبخ يمرر ماء التبريد للتبريد في وحدة التبريد Cooling Chemetator (5) . وتخرج الحلوي من وحدة التبريد علي حوالي 95 درجة مئوية إلي عملية الصب والتشكيل (6) حتي يستقر القوام الجيلي (7) والنظام مزود بوحدات تحكم في الضغط "P" (8) درجة الحرارة T(9) وصمامات V(10) لضبط معدل مرور خلطة الحلوي الجيلية من مرحلة إلي الأخري التي تليها .



شكل (14.4) : رسم تخطيطي للنظام المستمر في إنتاج حلوي النشا الجيلية

3.4.9.4- الملبـــــــــن Turkish delight

نشأ هذا المنتج من منتجات الحلوي في الشرق منذ مدة طويلة وكـــان يصنـــع مـــن عسل النحل والدقيق وينكه بماء الورد .

وهناك نوعان رئيسيان من الملبن فالأول يصب بعد طبخـــه علـــي منضـــدة ليـــبرد ويستقر ثم يقطع إلي مكعبات ويعفر بمسحوق السكر ، ويباع علي هذه الحالة في صنـــاديق غالبا خشبية مصممة خصيصا للملبن .

أما النوع الرئيسي الثاني ، فبعد طبخه يصب علي مسحوق نشا ثم تزال طبقة النشا ويغطي بطبقة شوكولاتة باللبن .

ويعتبر النشا هو المكون الأساسي في صناعة الملبن حيث يعطيه المظـــهر المميـــز وقد يصنع الملبن من النشا فقط فيعيبه قصر فترة صلاحيته كما قد يعـــاني مـــن ظـــاهرة الإنماع Syneresis بالإضافة لتعرضه للجفاف إذا لم يغطي بالشوكولاتة .

ولتحسين الصفات الجيلية للملبن ولتجنب تعرضه للجفاف أثناء التخزين قد يضـــاف الجيلاتين أو الآجار في خلطته مع النشا . كما إستخدم حديثا البكتين منخفض الميثيل مـــع النشا في خلطة الملبن وكانت صفات الملبن الناتج جيدة .

أسس تصنيع ومكونات الملبن :

- 2.26 كجم نشا رقيقة الغليان ، 13.6 كجم ماء . يخلط النشا مع المـــاء علـــي البارد حتي يتكون المعلق المتجانس ثم يسخن المخلوط مع الخلط المســـتمر حتـــي نصـــل لنقطة الغليان ويستمر الغليان لمدة دقيقتين .

- 13.6 كجم سكر ، 3.6 كجم جلوكوز ، 0.9 كجم سكر محـــول . تضـــاف تلـــك المكونات لمخلوط النشا والماء أثناء الغليان ، ويستمر الطبخ والغليان حتي يصـــل تركـــيز المواد الصلبة الذائبة من 78-80% ، فيوقف الغليان وتضاف المواد المنكهة من مـــاء ورد وكمية قليلة من حامض الستريك ، ويمكن إضافة أنواع أخري مـــن المنكـــهات أو المـــواد الملونة حسب الرغبة .

* أما اللبن المضاف إليه مواد مجلتنة أخري لتحسين قوامه وتغيير بعض صفاته فيمكن إضافة 340 جم من الجيلاتين (سبق نقعه في الماء) للمخلوط السابق .

– كما يمكن أيضا إضافة الآجار آجار قبل إنتهاء الغليان بفترة وجيزة .

10.4 - الحلاوة الطحينية : Halawa Tehinieh

تعتبر الحلاوة الطحينية من منتجات الحلوى المنتشرة في مصر ودول الشرق الأدنى وتصنع من طحينة السمسم البيضاء والسكروز (أو السكروز والجلوكوز) وعرق الحلاوة وحامض الستريك، كما قد تضاف لها مكونات أخرى كالنقليات و/أو مواد منكهة كماء الورد والفانيليا ، أو مواد منكهة وملونة كالكاكاو والبن المطحون... الخ .

وللمنتجات المختلفة من الحلوى قيمة حرارية (سعرية) عالية لاحتواءها على نسبة مرتفعة من الزيوت والبروتينات (من طحينة السمسم) والكربوهيدرات ممثلة في النسبة العالية من السكر ، هذا بالاضافة للقيمة الحرارية لما تحتويه بعض انواعها من نقليات مختلفة أو فواكه مجففة كالزبيب ، وبالاضافة لعناصر الطاقة تحتوى الحلوى على نسب مقبولة من بعض فيتامينات مجموعة فيتامينات B كالنياسين والثيامين بالاضافة لمحتواها من العناصر المعدنية كالكالسيوم والحديد .

ويمكن اعتبار الحلاوة الطحينية منتج من منتجات الحلوى التى تستخدم فيها عوامل ادخال الهواء أو منتجات الحلوى التى تستخدم فيها الصموغ نظرا لما يكسبه عرق الحلاوة الطحينية من صفات مشتركة بين المجموعتين.

1.10.4 - مكونات الحلاوة الطحينية :

1.1.10.4 - الطحينة البيضاء :

وتصنع من السمسم بعد غمره فى ماء نظيف لاكساب القشرة الليونة اللازمة لسهولة فصلها باستخدام آلات تقشير خاصة أو بنقع السمسم فى محلول ملحى فى أحواض خاصة فتفصل البذور عن القشور ثم يمرر السمسم المقشور على غرابيل لحجز السمسم والتخلص من المحلول الملحى ، ثم يغسل بعد ذلك السمسم المقشور بالماء النظيف لازالة آثار الملح.

يتبع عملية تقشير السمسم تحميصة باستخدم آلات تحميص خاصة لاكساب السمسم طعما ولونا مرغوبا ولتجفيفه جزئيا لتسهيل طحنه لانتاج الطحينة البيضاء.

يطحن السمسم المقشور المحمص باستخدام آلات طحن خاصة لانتاج الطحينة البيضاء كأحد المكونات الاساسية لصناعة الحلاوة الطحينية.

2.1.10.4 - السكر :

يستخدم السكروز عادة فى اعداد الشراب السكرى وعندئذ يضاف حامض الستريك أثناء عملية الطبخ بنسبة من 0.2 - 0.3 % من وزن السكروز فيتحول جزء من السكروز الى جلوكوز وفركتوز لمنع حدوث تبلور للسكروز. وقد يضاف الجلوكوز بنسبة حوالى 25 % وعندئذ يكون طعم الحلاوة الطحينية أقل حلاوة.

3.1.10.4 -حامض الستريك :

يضاف حامض الستريك (ملح الليمون) بنسبة تتراوح بين 0.2 - 0.3 % من وزن السكروز . ويغنى استخدام الجلوكوز مع السكروز عن اضافة حامض الستريك.

4.1.10.4 - عرق الحلاوة :

ويستخلص من قلف أشجار الـ ***Saponaria officinalis*** كما يوجد نوع آخر من الأشجار يستخلص منها هذه المادة (عرق الحلاوة) وذلك بنقعها فى الماء فى براميل خاصة لمدة تتراوح بين 4 - 7 أيام حتى يتم استخلاص بعض المواد الصمغية التى تكسب الحلاوة اللون الفاتح والقوام الهش كما تعمل على زيادة حجمها.

5.1.10.4 - مكسبات الطعم والرائحة واللون:

تضاف مكسبات الطعم والرائحة واللون للحلاوة الطحينية كمواد اختيارية ومنها على سبيل المثال لاالحصر الفانيليا وماء الورد والكاكاو والبن المطحون.

6.1.10.4 - المكونات الاخرى :

قد تضاف للحلاوة الطحينية النقليات (كالبندق واللوز وعين الجمل) أو بعض أنواع الفواكه المجففة كالزبيب وتضاف تلك المواد أثناء عملية اللف والعجن.

2.10.4 – الآلات والمعدات المستخدمة فى صناعة الحلاوة الطحينية :

- أوعية طبخ المحلول السكرى حيث تسحب الكمية المحددة من السكر وكمية الماء الى أوعية طبخ المحلول السكرى والتى سبق تناول بعضها فى هذا الكتاب (صـ 152).
- وحدة خلط ولف وعجن الحلوى ويستخدم منها فى مصر نظامين:

العجن اليدوى : حيث يتم العجن والخلط فى اتجاة واحد ويعتمد قوام الحلاوة على ضبط نسب المكونات وكفاءة العجان الذى يرتدى قفاز حرارى لاجراء عملية خلط المكونات ساخنة.

العجن الآلى : أما العجن الآلى فتستخدم فيه آلة شبيهه بآلة شد ولف الحلوى (صـ 165) لخلط المكونات وتحتاج هذه الآلات لتطوير مستمر حيث تنتج حلوى غير متماسكة أومتجانسة القوام وذلك اذا لم يتم ضبط ريش العجن بسرعات متباينة طبقا لتطور تكوين القوام المناسب.

3.10.4 – المكونات الأساسية لصناعة الحلاوة الطحينية:

100 كجم سكر ، 15كجم ماء ، 200 جم حامض ستريك ، 1 لتر مستخلص عرق الحلاوة.

4.10.4 – وفيما يلى ملخص لخطوات تصنيع الحلاوة الطحينية:

1.4.10.4 – اعداد الشراب :

يتم سحب الكميات المحددة من السكر والماء من صهاريج التخزين الى وعاء الذوبان حيث تضاف الكمية المناسبة من الماء الساخن لاذابة السكر ويخزن الشراب لتسحب منه الكميات المناسبة لوعاء الطبخ .

2.4.10.4 – التسخين والطبخ :

يتم طبخ المحلول السكرى فى أوانى الطبخ حتى تصل درجة الحرارة الى حوالى 112-114 °م وعندئذ يتم قفل صمام بخار التسخين ويستمر تقليب المحلول السكرى

حتى يبرد نسبيا وتصل درجة حرارته الى حوالى 80 – 90 °م ويضاف مستخلص عرق الحلاوة وتستمر عملية التقليب حتى تنخفض درجة حرارة المحلول السكرى الى حوالى 70–75 °م .

3.4.10.4 – اللف والعجن :

- ينقل مخلوط المحلول السكرى وعرق الحلاوة كثيف القوام الساخن الى وحدات لف وعجن الحلوى اليدوية أو الآلية حيث تضاف اليه الطحينة البيضاء بنسبة 1 : 1 .
- يتم تقليب مخلوط الحلوى الساخن يدويا فى العجانات اليدوية فى اتجاه واحد حيث يرتدى العجان قفازا حراريا حتى لاتؤثر سخونة المخلوط على يديه وتنتهى عملية الخلط عندما يحدث تشعير وتكتسب الحلوى القوام المطاطى الهش.
- أما فى العجانات الآلية فتضبط سرعة محاور التقليب بحيث تتم عملية التقليب بكفاءة حتى يتكون القوام المناسب.

4.4.10.4 – الوزن والتعبأة :

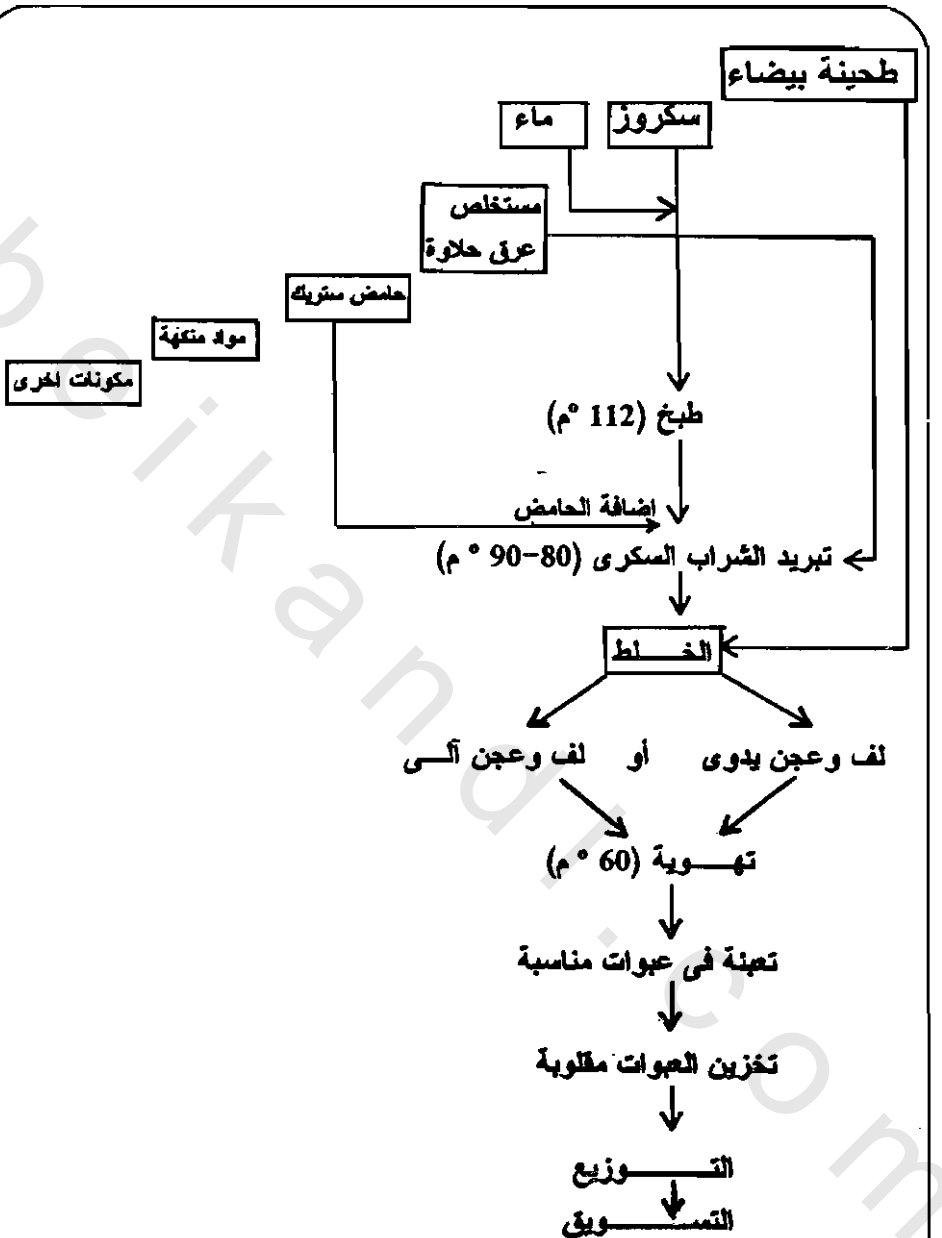
يترك المخلوط لفترة وجيزه ويوزن ويعبأ وهو ساخن نسبيا (حوالى 50–60°م) حتى يكون القوام مرن نسبيا ويكتسب شكل العبوة.

تغطى الحلاوة الطحينية بعد ذلك برقائق القصدير أو السيلوفان أو ورق لايمتص الشحوم grease proof paper .

5.4.10.4 –التخزين والتسويق :

تخزن الحلوى فى مخازن مهواة على درجة حرارة مناسبة (15–25°م) ويفضل وضع العبوات مقلوبة لكى لاينفصل الزيت على سطح الحلوى وعند عرض عبوات الحلوى للمستهلك فى وضعها الصحيح يعاد امتصاص الزيت فى الحلوى.

ويوضح الشكل (15.4) رسما تخطيطيا لطريقة صناعة الحلاوة الطحينية.



شكل (15.4) رسم تخطيطى لطريقة صناعة الحلاوة الطحينية

5.10.4 – صفات الحلاوة الطحينية مرتفعة الجودة :

تتميز الحلاوة الطحينية عالية الجودة بالمزايا التالية:

1.5.10.4 – الطعم والرائحة: طعم حلو مقبول خالى من الأطعمة الغريبة ، والرائحة مقبولة خالية من الروائح الغريبة أو روائح التزنخ .

2.5.10.4 – اللـــــــون : أبيض ناصع ... هذا وقد كان يضاف أكسيد التيتانيوم لتحسين لون الحلوى الأن التشريعات الدولية حظرت استخدامه لتأثيره السمى.

3.5.10.4 – القـــــوام : الحلاوة الطحينية الجيدة تستحلب بســـهولة فـى الـفم وخالية من العروق السكرية الصلبة نسبيا نتيجة عدم كفاءة الخلط أثناء اللف والعجن.

6.10.4 – أهم العيوب التى قد توجد فى الحلاوة الطحينية :

1.6.10.4 – الطعم غير المقبول: وينتج بسبب استخدام خامـــات رديئـــة أو لســـوء تخزين الحلاوة وتزنخ الزيت.

2.6.10.4 – انفصال الزيت : ويحدث هذا العيب نتيجة أحد الأسباب التالية:

- عدم اجراء عملية اللف والعجن بكفاءة سواء يدويا أو آليا.
- زيادة نسبة الزيت فى الطحينة البيضاء .
- تخزين الحلاوة الطحينية على درجة حرارة مرتفعة .
- تخزين العبوات فى وضع غير مقلوب بالمخازن.

3.6.10.4 –الطعم الخشن : ويحدث نتيجة :

- عدم تمام نضج الشراب السكرى أثناء الطبخ.
- نقص فى كفاءة اللف والعجن.
- عدم اضافة حامض الستريك أو الجلوكوز بالتركيز المناسب أثناء عملية الطبخ.

4.6.10.4 – الطراوة والتعجن : وينتج هذا العيب بسبب :

- زيادة نسبة الطحينة.
- عدم نضج السمسم أثناء التحميص.
- تخزين الحلاوة الطحينية دون حمايتها من ظروف الرطوبة النسبية العالية فتمتص الرطوبة من الهواء الجوى نظرا لهيجروسكوبيتها العالية.

5.6.10.4 – الجـــــفاف : ويحدث بسبب :

- تخزين الحلاوة لمدة طويلة وانفصال الزيت منها.
- نقص الزيت فى الطحينة البيضاء .
- يمكن علاج هذا العيب باضافة نسب ضئيلة من المواد المستحلبة.

6.6.10.4 – التركيب غير المتجانس أو المفكك: ويحدث هذا العيب بسبب:

- نقص نسبة الطحينة فى خلطة الحلوى .
- انخفاض جودة مستخلص عرق الحلاوة المضاف .
- زيادة عملية العجن سواء اليدوى أو الآلى عن الحدود المناسبة.

obeikandl.com

المراجع

أولا : مراجع عربية :

1- أمين ، عزيز أحمد (1987) . الكيمياء الصناعية ، صناعة السكر وعجينة الـــورق - المكتبة الوطنية ببغداد 1987/399 .

2- الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية (1997). المنظمة العربية للتنمية الزراعيـــة - بالخرطوم .

3- دراسة تنمية قطاع إنتاج المحاصيل السكرية وتصنيعها في الوطن العربـــي (1997) . المنظمة العربية للتنمية الزراعية - الخرطوم .

4- ضبش ، علي صالح ، مذكرات في تكنولوجيا الحلوي ، قسم علـــوم الأغذيـــة ، كليـــة الزراعة - جامعة عين شمس .

ثانيا : المراجع الأجنبية :

Beachman, B., Rayner, P.B. and Knewstubb, C.J. (1995). "Colour and Flavour" - Sugar Confectionery Manufacture. Edited by Jackson, E.B., Blackie Academic & Professional, London, New York.

Chen, J.C.P. and Chou, C.C. (1993). Cane Sugar Handbook. John Wiley and Sons.

Cummings, C.S. (1995). Manufacture of High-Boiled Sweets., Jackson, E.B. Ibid.

Edwards, W.P. (1995). Gums and Gelling Agents. "Jackson, E.B. Ibid.

Egan, H., Kirk, R.S. and Sawyer, R. (1981). Person's Chemical Analysis of Foods. Churchill Livingestone, Edinburg, Scotaland.

Food Technol. 40(8), 1999-1986.

Hancock, J.N.S., Early, R. and Whitehead, P.D. (1995). Jackson, E.B. 1995.

Jackson, E.B. (1995). Sugar Confectionery Manufacture. Blackie Academic and Professional, Champan and Hall, Glasgow.

Jackson, E.B. and Howling, D. (1995). Glucose Syrups and Starch Hydrolysates. Jackson, E.B. Ibid.

Leatherhead Food Research Association (1983). Users Guide to Newly Permitted Sweeteners. Leatherhead, Surrey, England.

Lees, R. and Jackson, B. (1973). Sugar Confectionery and Chocolate Manufacture, Leonard Hill Glasgow.

Lees, R. (1995). General Technical Aspects of Industrial Sugar Coinfectionery. Jackson E.B. Ibid.

McGinnis, R.A. (1982). Beet-Sugar Technology. Beet Sugar Development Foundation.

Minifie, B.W. (1989). Chocolate, Cocoa and Confectionery : Science and Technology, 3rd Ed., AVI, Van Nostrand Reinhold, New York.

Wong, D.W.S. (1989). Mechanism and Theory in Food Chemistry. AVI., Van Nostrand Reinhold, New York.