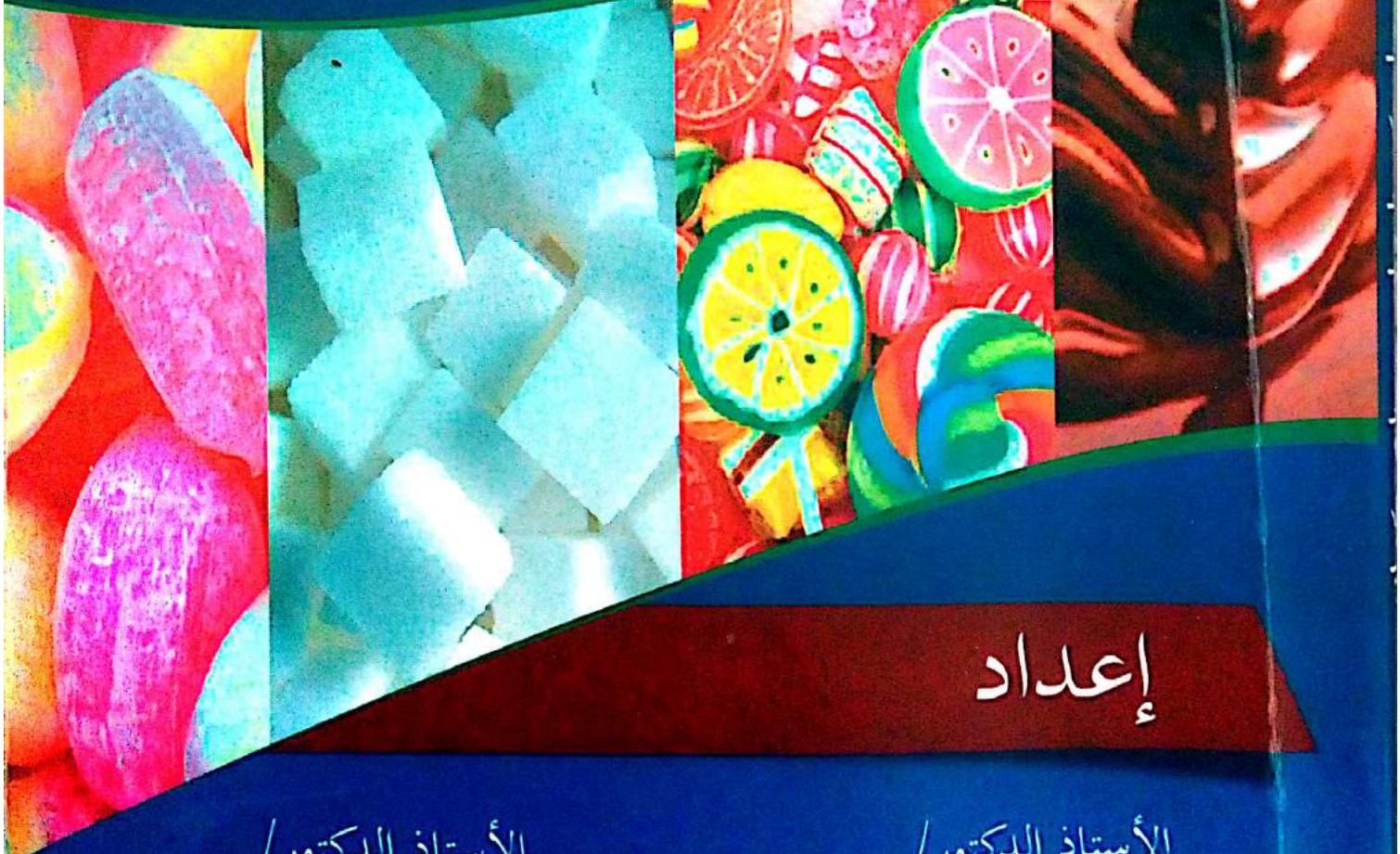


# تكنولوجيا

## السكر والحلوى والشوكولاتة



إعداد

الأستاذ الدكتور /  
**فاروق محمد التلاوي**

أستاذ متفرغ علوم تكنولوجيا الأغذية  
بمعهد الدراسات والبحوث البيئية  
و محافظ الوادي الجديد و الفيوم و البحيرة السابق

الأستاذ الدكتور /  
**إبراهيم محمد حسن**

أستاذ متفرغ علوم تكنولوجيا الأغذية  
بكلية الزراعة جامعة عين شمس  
و زميل معهد خبراء الأغذية الأمريكي



عزيمه محمد أحمد قطب  
٢٠١٧٤٤٣  
علوم الأغذية  
صناعات  
المستوى الثالث

# تكنولوجيا السكر

## والحلوى والشوكولاتة

إعداد

الأستاذ الدكتور

**فاروق محمد النلاوي**

أستاذ متفرع علوم تكنولوجيا الأغذية

بمعهد الدراسات والبحوث البيئية

ومحافظ الوادي الجديد والفيوم والبحيرة السابق

الأستاذ الدكتور

**إبراهيم محمد حسن**

أستاذ متفرع علوم تكنولوجيا الأغذية

بكلية الزراعة جامعة عين شمس

وزميل معهد خبراء الأغذية الأمريكي

## تقديم

بسم الله والصلاة والسلام على رسول الله.. هذا الكتاب عن تكنولوجيا السكر والحلوى والشوكولاتة هو ثمرة جهد قديم وحديث تناولنا فيه التقنيات المختلفة لإنتاج السكر وبعض منتجاته من الحلوى والشوكولاتة، واستطعنا بعد جهد جهيد أن نكشف بعضا من أسرار الصناعة حتى لا نخزن أو نخفي علما ينتفع به. نبغي من كتابنا هذا إرضاء المولى عز وجل ونهدي هذا الكتاب إلى أمهاتنا وآبائنا وزوجاتنا وأبنائنا بكل تقدير وعرفان للجميل على ما بذلوه معنا من جهد وعلى مساعدتهم القيمة لنا بتهيئتهم للمناخ الملائم لعملنا.

بارك الله فيهم جميعا وسدد خطاهم ونصرهم وأيدهم بنصر من عنده لم يؤيد به أحدا قبلهم ولا بعدهم.

نشكر الله العلي القدير على ما حبانا به من نعمة متمنين أن نكون قد أدينا الأمانة.

قال الله تعالى :

{وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنِ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ  
\* ثُمَّ كُلِي مِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلُلًا يَخْرُجُ مِنْ بَطُونِهَا شَرَابٌ  
مُّخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ} (سورة النحل  
68-69)

{ يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنكُمُ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ } المجادلة: 11

{ إِنَّمَا يَخْشَى اللَّهَ مِنْ عِبَادِهِ الْعُلَمَاءُ } فاطر : 28

وقال الرسول الكريم عليه الصلاة والسلام:

"من سلك طريقا يطلب فيه علما ، سلك الله به طريقا من طرق الجنة ، وإن  
الملائكة لتضع أجنحتها رضاطالب العلم ، وإن العالم ليستغفر له من في

السموات ومن في الأرض ، والحيتان في جوف الماء ، وإن فضل العالم على العابد كفضل القمر ليلة البدر على سائر الكواكب ، وإن العلماء ورثة الأنبياء ، وإن الأنبياء لم يورثوا ديناراً ولا درهماً ، ورثوا العلم فمن أخذه أخذ بحظ وافر". الراوي: أبو الدرداء المحدث: الألباني - المصدر: صحيح أبي داود - الصفحة أو الرقم: 3641 خلاصة حكم المحدث: صحيح

"العلماء أمناء الله على خلقه" الراوي: أنس بن مالك المحدث: السيوطي - المصدر: الجامع الصغير - الصفحة أو الرقم: 5700 خلاصة حكم المحدث: حسن.

وقال الشاعر

ما الفخر إلا لأهل العلم إنهم ..... على الهدى لمن استهدى أدلاء  
وقد كل امرئ ما كان يحسنه ..... والجاهلون لأهل العلم أعداء  
ففرز بعلم تعيش حياً به أبداً ..... الناس موتى وأهل العلم  
أحياء

وقال الشاعر

الناس صنفان موتى في حياتهم ..... وآخرون بيطن الأرض أحياء



## نبذة تاريخية عن الشركة القابضة للصناعات الغذائية

الشركة القابضة للصناعات الغذائية شركة قابضة مساهمة مصرية إحدى الشركات القابضة التابعة لوزارة الإستثمار .

تأسست بقرار من رئيس مجلس الوزراء باسم هيئة القطاع العام للصناعات الغذائية بموجب القانون 97 لسنة 1983 ثم تحولت باسم الشركة القابضة للصناعات الغذائية بموجب القانون 203 لسنة 1991 ورأسمالها مملوكا بالكامل للدولة

يبلغ رأس مال الشركة القابضة المدفوع 2.4 مليار جنيه مصري وتتولى من خلال الشركات التابعة لها إستثمار أموالها كما يكون لها عند الاقتضاء أن تقوم بالإستثمار بنفسها . حيث يبلغ حجم أعمالها 16.2 مليار جنيه مصري .

يتبع الشركة القابضة 23 شركة تابعة خاضعة للقانون 203 لسنة 1991 وعددهم 13 شركة خاضعة لقانون 159 لسنة 1981 كما تساهم الشركة القابضة وشركاتها التابعة في رأس مال 12 شركة مشتركة خاضعة للقانون 8 لسنة 1997.

تعمل هذه الشركات في مجالات : صناعة السكر ، الزيوت ، الصابون ، المنظفات ، العلف ، النشا والخميرة ، الأغذية المحفوظة ، الألبان ، طحن القمح ، ضرب الأرز ، المكرونة ، الورق ، الأخشاب ، وتخزين الحبوب وجميعها سلع إستراتيجية – بالإضافة إلى أنشطة شركات توزيع السلع الغذائية .

رئيس مجلس الإدارة : حسن كامل حسن نعمان

عنوان الشركة: ميدان السواح- سراى القبة – القاهرة

تليفون: 22845573 – 22845571 – 22842620

بريد اليكترونى: [info@food-industries.com.eg](mailto:info@food-industries.com.eg)

موقع اعلامى: [www.food-industries.com.eg](http://www.food-industries.com.eg)

رأس المال المدفوع: 2467 مليون جنيه

الإستثمارات المالية: 2695 مليون جنيه



صافى حقوق الملكية: 4620 مليون جنيه

إجمالى الإستثمار: 5695 مليون جنيه

إيرادات النشاط الجارى: 16222 مليون جنيه

إجمالى الإنتاج: 16641 مليون جنيه

إجمالى المبيعات: 15170 مليون جنيه

صافى أرباح النشاط: 1146 مليون جنيه

صافى الربح: 784 مليون جنيه

الصادرات: 700 مليون جنيه

غرض الشركة: تتولى الشركة من خلال شركاتها التابعة لها إستثمار أموالها فى مجال نشاط هذه الشركات وذلك فى إطار توفير السلع الغذائية وموازنة أسعارها للمواطن المصرى إضافة إلى تصدير العديد من المنتجات الغذائية إلى الأسواق العربية والأفريقية والأوروبية.

#### الجمعية العامة

رئيس الجمعية العامة

السيد الأستاذ/ أسامة صالح

وزير الإستثمار

أعضاء الجمعية العامة

المستشار/ سامى محمد حسن عبد

الحميد

الدكتور/ أحمد مصطفى شوقى

الأستاذ/ أحمد توفيق يوسف الخطيب

الكيميائى/ عبد الحميد مصطفى سلامة

المهندس/ حسن محمد شبانة

الدكتور/ أحمد محمود خورشيد

الدكتورة/ سلوى بيومى المجولى

الدكتور/ سعد نصار

الدكتور/ يحيى محمد أبو طالب

الدكتور/ محمد أسعد خليل

الدكتور/ حسين سعد سليمان

الأستاذ/ خالد عبد اللطيف عيش

#### مجلس الإدارة

رئيس مجلس إدارة الشركة القابضة

السيد المهندس/ حسن كامل حسن

نعمان

أعضاء مجلس الإدارة

الأستاذ/ أحمد حسنين عبد العزيز

الأستاذ/ محسن محمد مصطفى

الدكتور/ أحمد محمد أحمد الركيبى

الدكتور/ فاروق محمد التلاوي

الدكتور/ فاروق إسماعيل أحمد

الأستاذ/ السيد محمد كمال الدين عبد

القادر

الدكتورة/ نبيلة إسماعيل رسلان

الدكتور/ محمد سعيد عبد الفتاح

الأستاذ/ عبد الرؤوف أحمد عبد العال



الشركات التابعة الخاضعة للقانون  
203 لسنة 1991

الشركات المساهمة الخاضعة للقانون  
159 لسنة 1981

الشركات المشتركة الخاضعة  
للقانون 8 لسنة 1997

النيل للمجمعات الاستهلاكية

شركات الصناعات الغذائية

السكر والصناعات  
التكاملية

الملح والصودا  
المصرية

الأسكندرية للزيوت  
والصابون

المصرية للنشا  
والخميرة

طنطا للزيوت  
والصابون

النيل للزيوت  
والمنظفات

مصر للألبان  
والأغذية

إدفينا للأغذية المحفوظة

قبها للأغذية المحفوظة

شركات التوزيع

العامة لتجارة الجملة

المصرية لتجارة الجملة

المصرية لتسويق الأسماك

المصرية للحوم والدواجن

شركات الصناعات الغذائية

مصر للزيوت والصابون

الزيوت المستخلصة

شركات المطاحن  
مطاحن وسط وغرب الدلتا

مطاحن شرق الدلتا

مطاحن مصر العليا

شركات المضارب

مضارب رشيد

مضارب الغربية

مضارب البحيرة

مضارب كفر الشيخ

مضارب الدقهلية

مضارب دمياط وبلقاس

مضارب الشرقية

مضارب الأسكندرية

شركات الصناعات الغذائية

الدلتا للسكر

النقيلية للسكر

النوبارية للسكر

الفيوم للسكر

نشاط الورق

قنا للورق

مصر إيفو للورق

نشاط السلع الغذائية

مصر أسوان للأسمدة

نشاط الأخشاب

نجع حمادى للفيبر  
بورق

نشاط العودات

المتحدة للعبوات

العبوات الدوائية

نشاط التدخين

نشاط السكر



الأهرام للمجمعات  
الاستهلاكية

الأسكندرية للمجمعات  
الاستهلاكية

تسويق الأرز

شركات المطاحن

مطاحن شمال القاهرة

مطاحن مصر الوسطى

مطاحن جنوب القاهرة

مطاحن ومخازن الأسكندرية

الشركة العامة للمخابز

الشركة العامة للصوامع



الفهرس

15	مقدمة
15	نبذة عن الموقف العالمي من السكر
15	نظرة عامة
18	الموقف العربي من إنتاج واستهلاك السكر
22	الفجوة بين الإستهلاك والإنتاج وتطورها من 2001 إلى 2007
22	أثر الفجوة الغذائية على إزدهار صناعة تكرير السكر في الوطن العربي
25	الباب الأول: تكنولوجيا صناعة السكر
26	1.1. مقدمة
28	2.1. صناعة إنتاج السكر من قصب السكر
28	1.2.1. مقدمة
29	2.2.1. حصاد قصب السكر ونقله
29	3.2.1. غسيل القصب
29	4.2.1. تقطيع القصب أو هرسه
29	5.2.1. إستخلاص عصير القصب
30	6.2.1. ترويق العصير
30	7.2.1. المعالجة بثاني أكسيد الكبريت Sulfitation
31	8.2.1. تركيز العصير
32	9.2.1. عمليات الطبخ والتبلور وتجفيف السكر
32	3.1. صناعة إنتاج السكر من البنجر السكري ( beet sugar )
32	1.3.1. مقدمة



33	2.3.1. إستلام المحصول
36	3.3.1. تفريغ محصول البنجر من وسائل نقله
36	4.3.1. الغسيل
37	5.3.1. صائدات الحجارة Rock-catchers
37	6.3.1. حازرات الأوراق Trash-catchers
37	7.3.1. غسيل البنجر Beet wash
38	8.3.1. إستخلاص السكريات
39	9.3.1. أجهزة إستخلاص السكر من شرائح البنجر
41	10.3.1. العوامل التي تؤثر على كفاءة عملية الإستخلاص
43	11.3.1. ترويق عصير البنجر
43	1.11.3.1. الترويق الأولي Preliminig
44	2.11.3.1. الترويق الرئيسي Main liming
44	3.11.3.1. عملية الكربنة الأولى First carbonation process
45	1.3.11.3.1. عمليتي الترويق والترشيح
45	2.3.11.3.1. عملية الترويق
46	3.3.11.3.1. عملية الترشيح
47	4.11.3.1. عملية الكربنة الثانية : Second carbonation Procss
48	12.3.1. التبادل الأيوني Ion exchange
49	13.3.1. قصر اللون بواسطة ثاني أكسيد الكبريت SO <sub>2</sub>
49	14.3.1. تبخير الماء من العصير الرائق لتركيزه
50	15.3.1. تصميم المبخرات
53	16.3.1. إقتصاديات إستهلاك الطاقة في مصانع السكر
54	17.3.1. مواصفات العصير المركز بعد التبخير

54	18.3.1. الطبخ والتبلور Cooking and Crystallization
54	1.18.3.1. الطبخ
56	2.18.3.1. التبلور
58	3.18.3.1. أحواض التبلور
59	4.18.3.1. فصل بللورات السكر
559	5.18.3.1. أجهزة الطرد المركزي
60	19.3.1. إنتاج السكر الأبيض
62	20.3.1. إنتاج السكر الخام
63	1.20.3.1. في المرحلة الأولى
64	2.20.3.1. في المرحلة الثانية
69	الباب الثاني: إنتاج بذور الكاكاو وصناعة الشوكولاتة
70	1.2. إنتاج بذور الكاكاو وصناعة الشوكولاتة
70	1.1.2 مقدمة
70	2.2. النبات، مناطق زراعته، حصاده
72	3.2 شجرة الكاكاو
72	4.2 صناعة الكاكاو Cocoa Process
72	1.4.2 عملية التخمير Fermentation
73	2.4.2 تنظيف بذور الكاكاو Raw-bean cleaning
75	3.4.2 التجفيف والتحميص Drying & Roasting
76	1.3.4.2 عملية التجفيف
76	2.3.4.2 عملية التحميص
78	4.4.2 تعقيم بذور الكاكاو Sterilization
79	5.4.2 المعاملة بالقلوي: Alkalization
80	6.4.2 عملية الذر أو الغريلة & Winnowing (Cracking & Fanning)



120	3.1.4.3 الكاراجينان Carrageenan
121	4.1.4.3 الجيلاتين Gelatin
124	5.1.4.3 البكتين Pectin
127	6.1.4.3 النشا Starch
129	5.3 عوامل إدخال الهواء Aerating or Whipping Agents
131	6.3 الصمغ Gums
131	1.6.3 صمغ مستخلصة من الأشجار: مثل الصمغ العربي أو صمغ الأكاسيا "E414"، صمغ التراجكانث ( الكثيرة ) " E413 " Tragacanth ، صمغ اللبان Gum chicle .
132	2.6.3 صمغ مستخلصة من البذور : مثل صمغ بذور الخروب Locust bean or Carob bean gum ، صمغ الجوار Guar gum .
132	3.6.3 صمغ منتجة ميكروبييا
133	7.3 الدهون والمواد المتعلقة بها Fats and related ingredients
135	1.7.3 الليسيثين Lecithin
135	2.7.3 الجليسريل أحادي الستيرات Glyceryl monostearate
135	3.7.3 عوامل تسهيل الحركة Release agents
1366	8.3 منتجات الألبان المستخدمة في صناعة الحلوى
136	9.3 المواد الملونة المستخدمة في بعض منتجات الحلوى
142	10.3 المواد المنكهة Flavoring materials
146	الباب الرابع: تكنولوجيا الحلوى
147	1.4 مقدمة Introduction
148	2.4 العوامل التي ساعدت على تقدم وتطور صناعة الحلوى و

	الشوكولاتة
148	3.4- أنواع الحلوى: The types of Confectionary
148	1.3.4- حلوى السكر Sugar Confectionery
153	4.4- بعض العمليات التصنيعية التي تجري على منتجات الحلوى المختلفة
154	1.4.4 الفرد والتقطيع Rolling and Cutting
155	2.4.4- الصب في القوالب Casting or Depositing
155	3.4.4 تشكيل الحلوى باللولب المضمحل Die forming
156	4.4.4- تشكيل الحلوى بجهاز البثق Extrusion forming
158	5.4.4- التغطية Panning
159	5.4- الفوندان Fondant
160	1.5.4- تصنيع الفوندان في المعمل
160	2.5.4- تصنيع الفوندان في مصانع الحلوى
162	1.2.5.4- إعداد الشراب
162	2.2.5.4- التسخين والطبخ
163	3.2.5.4- عمليتي التبريد والتقليب Cooling and Beating
163	4.2.5.4- تكوين بللورات السكر في جهاز التقليب والخفق
164	5.2.5.4- إعادة إذابة الفوندان The Remelting of Fondant
164	6.2.5.4- الصب في القوالب Depositing
165	3.5.4- تصنيع شراب الحلوى المخفوقة Frappé or Whip
166	6.4- الحلوى المغلية ، الملبس الصلب ، Boiled sweets, Hard candy
167	1.6.4- أسس تصنيع ومكونات الحلوى المغلية
168	1.1.6.4. إذابة مكونات الشراب



169	2.1.6.4. طبخ المكونات
174	7.4. البونبون السادة ، البونبون المحشو
175	1.7.4. البونبون السادة
176	2.7.4. البونبون المحشو Soft Center Bonbons
179	8.4. خصائص الحلوى المغلية والمشاكل التكنولوجية التي تواجه القائمين بصناعتها
181	9.4. التوفي والكراملة والفودج Toffees, Caramels and Fudge
182	1.9.4. المكونات، وطرق التصنيع، والأجهزة المستخدمة في صناعة الكراملة والفودج والتوفي
187	10.4. تصنيع الكراملة والفودج في مصانع الحلوى
188	11.4. منتجات الحلوى المستخدمة فيها عوامل إدخال الهواء
190	1.11.4. المارشمالو Marshmallows 1.1.11.4. طريقة تصنيع المارشمالو
191	2.1.11.4. أهم الإعتبارات الواجب مراعاتها أثناء التصنيع
194	2.11.4. النوجا Nougat
195	1.2.11.4. أسس تصنيع ومكونات النوجا
199	12.4. بعض منتجات الحلوى المستخدم في إنتاجها المواد الجيلية والصموغ
199	1.12.4. إعداد محاليل العوامل المكونة للجيلي
200	2.12.4. إدماع الجيلي Syneresis إنهاء القوام الجيل Gel Breakdown
201	3.12.4. الحلوى الصمغية Gums
201	1.3.12.4. أسس تصنيع ومكونات الحلوى الصمغية الصلبة
202	2.3.12.4. الحلوى الصمغية الطرية والباستيلية
203	4.12.4. حلوى النشا الجيلية Starch Jellies



204	1.4.12.4. تصنيع حلوى النشا الجبلية بطريقة الغليان في الأوعية المفتوحة
205	2.4.12.4. تصنيع حلوى النشا الجبلية بالطبخ "على ضغط مرتفع"
207	3.4.12.4. الملبن Turkish delight
208	13.4. الحلوة الطحينية: Halawa Tehinieh
209	1.13.4. مكونات الحلوة الطحينية
209	1.1.13.4. الطحينية البيضاء
209	2.1.13.4. السكر
209	3.1.13.4. حامض الستريك
210	4.1.13.4. عرق الحلوة
210	5.1.13.4. مكسبات الطعم والرائحة واللون
210	6.1.13.4. المكونات الأخرى
210	2.13.4. الآلات والمعدات المستخدمة في صناعة الحلوة الطحينية
211	3.13.4. المكونات الأساسية لصناعة الحلوة الطحينية
211	4.13.4. خطوات تصنيع الحلوة الطحينية
212	5.13.4. صفات الحلوة الطحينية مرتفعة الجودة
212	6.13.4. أهم العيوب التي قد توجد في الحلوة الطحينية
215	المراجع
218	قائمة الأشكال
220	قائمة المراجع

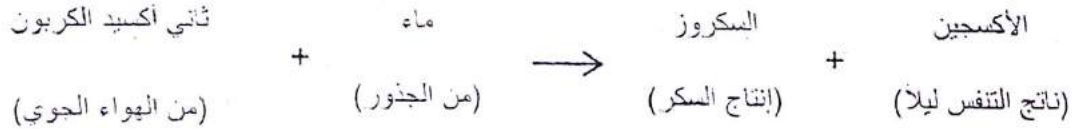
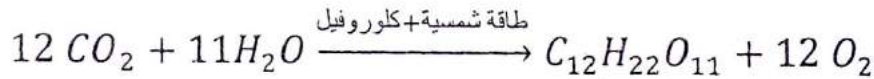


## مقدمة

يتكون السكر في بعض النباتات لتخزين طاقة لا يحتاجها النبات على الفور ولكون السكر يعطي حلاوة sweetness ولكونه مصدراً للطاقة تزرع بعض النباتات تجارياً لإستخراج السكر كمصدر للطاقة .

ويتم إنتاج السكر في 121 بلداً ويتجاوز إنتاجه الآن 120 مليون طن في السنة 7% من هذا الإنتاج نتيجة قصب السكر، والقصب عشب طويل جداً سيقانه كبيرة ويزرع دائماً في البلدان الإستوائية . أما البنجر فينتج الـ 30% الباقية من الإنتاج العالمي للسكر . وهو محصول جذري يشبه الجزر ولكن حجمه أكبر بكثير ينمو معظمه في المناطق المعتدلة من الشمال.

والسكر يعرف علمياً باسم السكروز ويتكون من جزئين من الجلوكوز والفركتوز . وكما يبين الاسم فهو من السكريات التي تتبع الكربوهيدرات والتي تتكون عادة من كربون وهيدروجين بالإضافة للأكسجين .



وتاريخياً بدأ إنتاج السكر من قصب السكر فقط بكميات صغيرة نسبياً وكان السكر إبان ذلك الحين لا يستهلكه إلا عليّة القوم والمترفين ولا سيما في أوروبا التي لا تنتج قصباً.

## نبذة عن الموقف العالمي من السكر

صناعة السكر هي واحدة من أقدم الصناعات القائمة على الزراعة في العالم . ويقدر أن تنتج هذه الصناعة 179 مليون طن من السكر في موسم 2012/2011 .

## نظرة عامة

أكثر من 100 دولة تنتج السكر . ينتج حوالي 78% منها من قصب السكر ويزرع في المقام الأول في المناطق الإستوائية وشبه الإستوائية في نصف الكرة الجنوبي ، أما بنجر السكر فيزرع في المناطق المعتدلة من نصف الكرة الشمالي

. ومن الجديد بالذكر أن تكاليف إنتاج السكر من قصب السكر أقل تكلفة منه في  
البنجر . ويتم استهلاك 70% من السكر في العالم في بلدان المنشأ في حين تتم  
التجارة العالمية على الـ 30% المتبقية. هذا ويشهد إنتاج السكر عالميا زيادة  
سنوية مضطردة ففي عام 2011/2012 كان يقدر بنحو 179 مليون طن وذلك  
يمثل زيادة بنسبة 7% مقارنة بما كان عليه في العام الماضي، ويصاحب زيادة  
الإنتاج العالمي من السكر زيادة مماثلة في استهلاكه فمن المتوقع أن يرتفع عام  
2012 بنسبة 1.5% وذلك بسبب زيادة توافره وانخفاض أسعار السكر عن العام  
السابق . وكان السبب الرئيسي للزيادة العالمية في إنتاج السكر عام 2012  
الاتحاد الأوروبي . ومن المتوقع أن تستهلك تلك الزيادة في بلدان المنشأ مع  
توازن تداولها في الأسواق العالمية ، وبدراسة الإنتاج العالمي يتبين أن الدول  
العشرة الأعلى إنتاجا أنتجت مفردا نحو 77% من الانتاج العالمي للسكر .



## جدول (1): إنتاج السكر في العالم (يمتد سنويا من أكتوبر- سبتمبر)

الدولة	2011/2012	الإنتاج بالمليون/طن	الصادرات بالمليون/طن	ترتيب التصدير	أعداد السكان بالمليون/نسمة	*نصيب الفرد من الاستهلاك (كجم/فرد)
البرازيل	39.014	27.590	1	203	61	
تايلاند	11.347	8.520	2	70	38	
أستراليا	5.167	3.061	3	22	49	
الهند	27.837	2.911	4	1361	19	
الإتحاد الأوروبي	18.549	2.174	5	499	35	
سادك	5.435	1.960	6	263	13	
المكسيك	5.467	1.000	8	113	34	
الصين	18.412	-	-	1831	10	
الولايات المتحدة	7.257	-	-	321	30	
باكستان	5.109	-	-	196	21	

(المصدر Czarnikow ) الإحصاءات الدولية . السكر 2011/2012 أساس أكتوبر / سبتمبر

وإذا محصنا أكثر وتعمقنا في نصيب الفرد من الإستهلاك بالكجم سواء كانت الدولة من الدول المتقدمة إنتاجياً أم لا نجد أن إستهلاك البرازيل (61) ، أستراليا (49) ، تايلاند (39) الإتحاد الأوروبي (35) ، أمريكا (30) جنوب إفريقيا (30) الهند (19) ، زامبيا (14) مالاوي (14) ، الصين (10) ، موزمبيق (8) ، تنزانيا (6) وبطبيعة الحال كانت أسعار السكر في الدول النامية أقل منها في الدول المتقدمة ، فسعر السكر بالدولار في تلك الدول كان كالتالي : في اليابان (1.22) وفي أستراليا (1.02) وفي فرنسا (0.96) وفي أمريكا (0.59) وينخفض السعر حتى يصل في الهند إلى 25 سنت . وبرغم الإنخفاض الذي حدث في سعر السكر عام 2012/2011 فإن دراسة العرض والطلب المتعمقة تتنبأ بزيادة الأسعار في السنوات القادمة .

هذا وقد ثبتت أسعار السكر خلال عام 2011/2012 وذلك لزيادة المخزون في أوروبا ولذلك نتوقع ثبات الأسعار خلال عام 2013 ، وذلك برغم زيادة الإستهلاك في بعض الدول نتيجة التحسن في مستوى معيشتها وارتفاع دخول أفرادها .

وإذا ما عدنا بذاكرتنا إلى الماضي القريب نجد أن تجارة السلع الغذائية ومنها السكر قد شهدت عدداً من التقلبات والتغيرات على نطاق واسع بعد فترة الإستقرار النسبي ، فخلال عامي 2007 – 2008 أدت أزمة الغذاء العالمية إلى ارتفاع أسعار المواد الغذائية لمستويات غير مسبقة ، أعقب ذلك في عامي 2008 – 2009 الأزمة الإقتصادية العالمية والتي شهدت هبوطاً مضطرباً اضطراباً للأسعار ثم صعدت الأسعار مرة أخرى خلال عامي 2009 – 2010

وقد درست بعناية بالغة أسباب هذه التقلبات ولم يحدد كنهها بدقة حتى الآن حيث تنشط بعض العوامل بين الحين والآخر مؤدية لعدم الإستقرار في أسواق الغذاء العالمية، وإلى ارتفاع الأسعار بوجه عام . ومن أهم هذه العوامل التي محصنها ارتفاع أسعار الطاقة ، والتوسع غير المبرر في إستخدامات السلع الغذائية في إنتاج الوقود الحيوى ، وارتفاع معدلات الطلب العالمية على الغذاء ، بالإضافة إلى المضاربات في أسواق الغذاء والمنتجات الغذائية .

#### الموقف العربي من إنتاج واستهلاك السكر

أنتجت الدول العربية في عام 2012 نحو 3.4 مليون طن من السكر (جدول 1) تم إستخلاصه من 23.4 مليون طن من قصب السكر ، 11.9 مليون من بنجر السكر . ويتركز إنتاج قصب السكر في مصر والسودان بنسبة 67.5% و 28.8% على التوالي ، وأما البنجر السكري فيتركز إنتاجه بصفة رئيسية في مصر (63.6%) ، والمغرب (20.7%) ثم سوريا (15.3%) .



## جدول (2): إنتاج السكر المكرر في الوطن العربي ( الكمية بالآلاف طن )

السنة	2010	2011	2012	التغير بين عامي	متوسط الفترة
السلعة	2010	2011	2012	2011/2012	2010-2012
سكر مكرر	3084.6	3200.1	3405	%6.4	3233.4

## جدول (3) مساحة وإنتاج وإنتاجية المحاصيل السكرية

المحصول	البيان	الوحدة	الوطن العربي	العالم	الوطن العربي/ العالم×100
قصب السكر	المساحة	ألف هكتار	224.3	1872.3	12.0
	الإنتاج	ألف طن	23365.7	132000	17.7
	الإنتاجية	طن / هكتار	104.8	70.5	148.7
بنجر السكر	المساحة	ألف هكتار	226.9	651.8	34.8
	الإنتاج	ألف طن	11875.2	35000	33.9
	الإنتاجية	طن /هكتار	52.3	53.7	97.4

\*الوطن العربي : متوسط الفترة من 2010 إلى 2012

\*المصدر : المنظمة العربية للتنمية الزراعية - الكتاب السنوي الإحصاءات  
الزراعية مجلد 32 .

## جدول (4) كميات وقيم الصادرات العربية من السكر الخام :

البيان	2010		2011		2012	
	الكمية	القيمة	الكمية	القيمة	الكمية	القيمة
سكر خام	2094.6	1330.7	1784.2	1540.2	1700.2	1303.8

## جدول (5) تطور كميات وقيم الواردات العربية من السكر الخام

2010		2011		2012	
الكمية	القيمة	الكمية	القيمة	الكمية	القيمة
9537.7	52116.8	9957.7	5509.7	10425.4	5727.3

وكان متوسط السعر العالمي للسكر المكرر عامي 2012، 2011 ما قيمته 587، 704 دولار للطن حيث شهدت أسعار السكر المكرر إنخفاضاً للسعر بنسبة 16.6% . وكان متوسط نصيب الفرد من المتاح للإستهلاك من السكر المكرر أعوام 2010، 2011، 2012 ما كينة 25.62 ، 29.38 ، 31.49 كجم .

هذا ويعادل متوسط نصيب الفرد من السعرات الحرارية 86.3 سعراً حرارياً أي ما يعادل استهلاك 31.49 جم من السكر يومياً .

وقابلت كميات السكر المتاحة للإستهلاك في العالم العربي معدلات إكتفاء ذاتي Sufficiency -Self متدنية فكانت قيمها كالتالي قرين كل عام من الثلاثة أعوام الأخيرة.

2010	2011	2012
33.4	30.1	30.4

وفيما يلي بعض أهم الإعتبارات التي تناولتها الورقة البحثية التي قدمها المهندس/حسن كامل حسن رئيس مجلس إدارة شركة السكر والتقطير المصرية في أحد المؤتمرات التي نظمتها الشركة بعنوان : توجهات المنطقة العربية للمحاصيل السكرية كمصدر للغذاء والطاقة :



أدى ارتفاع أسعار البترول الذي حدث بعد حرب أكتوبر 1973 إلى بدء الإهتمام بالإيثانول كوقود حيوى يمكن إستخدامه فى سيارات الركوب .

تعتبر مصر أكبر وأقدم دولة عربية منتجة لمحصول قصب السكر حيث يبلغ إنتاجها من القصب المستخدم في إنتاج السكر حوالي 10 مليون طن تليها السودان بإنتاج نحو 8 مليون طن .

بالنسبة للبنجر فتأتي مصر أيضا في مقدمة الدول العربية المنتجة له بنحو 5.2 مليون طن تليها المغرب حيث تنتج نحو 3.3 مليون طن ( FAO 2005/ 2006 ) .

تستخدم المحاصيل السكرية في الوطن العربي في إنتاج السكر بإستثناء بعض الإستخدامات الغذائية الأخرى من محصول قصب السكر بمصر بنسبة لا تتعدى 10 - 15% .

لا تستخدم المحاصيل السكرية قط في إنتاج الطاقة حتى الآن في أي دولة من الدول العربية .

بلغ إجمالي إستهلاك السكر في الدول العربية عام 2007م ما قيمته 10.789 مليون طن تمثل 6.84 % من إجمالي الإستهلاك العالمي .

مصر هي الدولة الأعلى إستهلاكاً للسكر بين الدول العربية حيث بلغت الكمية 2.7 مليون طن عام 2007م وهي تعادل 25% من إجمالي إستهلاك الدول العربية تليها الجزائر بكمية قدرها 1.245 مليون طن ثم المغرب التي بلغ إستهلاكها في نفس العام (2007م) ما يعادل 1.190 مليون طن ثم السودان ثم تأتي سوريا فى المرتبة الخامسة.

متوسط إستهلاك الفرد في العالم العربي 33.77 كجم سكر في السنة وهذا المعدل يعلو المعدل العالمي بمقدار 10.58 كجم ( المتوسط العالمي لاستهلاك السكر 23.19 ) ويزيد عن ضعف متوسط قارة إفريقيا ( 15.36 كجم / سنة ) ويقترّب من ضعف متوسط آسيا ( 17.12 كجم / سنة ) . تأتي ليبيا في المرتبة الأولى كأعلى معدل استهلاك للفرد في السنة بنحو 50 كجم/سنة تقريبا تليها سوريا 44 كجم/سنة ثم المغرب 35.6 كجم/سنة ثم الجزائر وتونس في المركز الرابع بمعدل استهلاك 34.8 كجم/سنة .

## الفجوة بين الإستهلاك والإنتاج وتطورها من 2001 إلى 2007

\*جميع الدول العربية تستورد السكر من السوق العالمي .

بلغت الفجوة بين الاستهلاك والإنتاج في 2001 حوالي 5.6 مليون طن حيث بلغت نسبة الاكتفاء الذاتي 34.66% ثم زادت الفجوة بشكل مضطرد في السنوات التالية حتى بلغت نحو 7.5 مليون طن في عام 2007 م بينما انخفضت نسبة الإكتفاء الذاتي إلى 30.44% أي وصلت نسبة العجز في سلعة السكر 70% .

زاد الاستهلاك من 2001 إلى 2007 بمقدار 2.207 مليون طن بمعدل زيادة سنوية مقدارها 0.368 مليون طن ، بينما زاد الإنتاج بواقع 0.310 مليون طن أي بمعدل زيادة سنوية مقدارها 51.6 ألف طن .

بلغ إجمالي واردات الدول العربية من السكر 10.023 مليون طن عام 2007 وتلك الكمية تمثل نسبة 20.53% من إجمالي الواردات العالمية التي لم تتجاوز 48.817 مليون طن .

لا تنتج الإمارات العربية المتحدة سكرًا ولذلك كانت أكبر مستورد للسكر بين الدول العربية خلال عام 2007 بكمية قدرها 1.644 مليون طن تمثل 16.44% من جملة الواردات العربية .

تأتي في المرتبة الثانية والثالثة السعودية والجزائر بكمية مستوردة متساوية تبلغ نحو 1.219 مليون طن لكل منها .

برغم زيادة عدد السكان في مصر حيث تجاوز 84 مليون نسمة عام 2012م إلا أنها تأتي كرايع دولة مستوردة بكمية قدرها 0.981 مليون طن ذلك لأنها تنتج كميات كبيرة من القصب والبنجر .

أثر الفجوة الغذائية على إزدهار صناعة تكرير السكر في الوطن العربي

كان لمصر الريادة في تطوير مصانع إنتاج السكر وذلك بتكرير السكر الخام بعد إنتهاء موسم العصير بل وقد كانت لها الريادة في نقل المعرفة know how لإيران ومساعدتها في إنشاء عدة مصانع للسكر وكذلك جزء من خط الصناعة .



تعد الإمارات العربية المتحدة الأولى على مستوى العالم في إستيراد السكر الخام وتكريره حيث صدرت عام 2007م ما يعادل 1.58 مليون طن وكذلك أنشأ مصنع أبوظبي لى يصل حجم صادراتها من السكر المكرر لنحو 3.0 مليون طن .

تأتي السعودية كثنى الدول العربية إستثماراً في صناعة تكرير السكر الخام وتمتلك شركة صافولا السعودية بجدة مصنعاً بطاقة 1.2 مليون طن سنوياً ، كما أنشأت مصنعاً بالعين السخنة بمصر بطاقة إنتاجية 750 ألف طن سنوياً .

وأخيراً وليس آخراً نقدم هذا الجهد في صورة مرجع بدأنا فى إعدادة عن تكنولوجيا السكر والحلوى والشوكولاتة لنضمه إلى مرجع سبق أن أصدرناه وظهر في المكتبة العربية في هذا المجال. وكانت بداية التفكير في إنتاج هذا المؤلف عندما لاحظنا أثناء الزيارات الميدانية لمصانع الحلوى والشوكولاتة الحديثة في مصر والمملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة، والتي منها ما يستخدم أحدث تكنولوجيا الإنتاج، أن هناك حاجة ماسة لتبسيط وشرح بعض المعدات وخطوط الإنتاج لتكون لبنة على طريق الفهم والدراسة ، لكل من الطالب والباحث ورجال الصناعة ، بعمليات التصنيع في مجال السكر والشوكولاتة والحلوى . وأرجو أن يكون فى هذا الجهد فائدة للمتخصصين وأن نستقبل آرائهم ومقترحاتهم بخصوصه عسى أن تكون ذات فائدة لإستكمال بعض الخطوات على الطريق .

ويتعيش على صناعة السكر فقط في مصر حوالي ثلث مليون مصرى من مزارعين وعاملين، ولذلك فأى تقدم في هذه الصناعة وصناعات الحلوى والشوكولاتة سيعود بفائدة كبيرة مرجوة على قطاع كبير من أبناء الشعب المصرى والعربى ليس المنتجين فحسب بل وأيضاً المستهلكين.

وللحلوى والشوكولاتة دور إجتماعى فهى تعطى إحساساً بالبهجة والسرور للأطفال والكبار وتقدم كهدايا في المجاملات الإجتماعية. ومع تقدم الوعي الغذائي في الدول الغربية تم تحديد مقننات الحلوى في الوجبة الغذائية بحيث تصبح جزءاً من مكونات الغذاء الصحى وليست فقط لإضفاء الإحساس بالبهجة والمتعة، وقد حسبت كمية الحلوى التي تعتبر من مكونات الغذاء الصحى بحوالى 30-40 جم يومياً بحيث تمثل هذه الكمية حوالى 6% من إجمالى الطاقة التي يحتاجها الإنسان ويحصل عليها من غذائه.

ولتعدد منتجات الحلوى والشوكولاتة في العديد من دول العالم فقد اخترنا بعض المنتجات كأمثلة على تكنولوجيات التصنيع لنمهد الطريق لمن يود أن يستكمل هذا الجهد بمنتجات عديدة لم نتناولها في هذا المؤلف حتى تتمشى محتويات هذا المرجع لتكون ضمن محتويات مقرر تكنولوجيا السكر والحلوى لطلبة أقسام علوم الأغذية في الجامعات المصرية والعربية وكذلك لتغطي ما يحتاجه الصانع المصري والعربي من معلومات لأغلب المنتجات المتوفرة في الأسواق المصرية والعربية والعالمية مع كشف أسرار الصناعة ومكوناتها ولتستكمل المنتجات الأخرى في الجزء العملى.

نسأل الله أن يوفقنا جميعا لما يحب ويرضى.

#### المؤلفان

أ.د. إبراهيم محمد حسن

أ.د. فاروق محمد التلاوي

2013-12-30



## الباب الأول

# تكنولوجيا صناعة السكر

## تكنولوجيا صناعة السكر

## 1.1. مقدمة

يعتبر قصب السكر والبنجر ( الشوندر ) السكري في الوقت الحاضر مصدرا رئيسيا لصناعة السكر في العالم ، وقد نجحت صناعة السكر من بنجر السكر في مصر خاصة في محافظة كفر الشيخ وفي عدة مناطق في الدلتا ولذلك أنشأت حتى الآن أربعة مصانع لإنتاج السكر من البنجر السكري يبلغ متوسط إنتاج الواحد منها حوالي 100 ألف طن سنوياً ، أما صناعة السكر من القصب فهي صناعة قديمة في مصر ونجحت نجاحاً كبيراً وأنتجت كوادر فنية على مستوى عالٍ تفخر بهم مصر ، حتى أنه يمكن اعتبار صناعة السكر من قصب السكر من الصناعات المتقدمة في مصر والتي تصدر المعرفة الصناعية know how إلى بعض الدول الأخرى . كما أنها من الصناعات القليلة في مصر شبه المتكاملة ، لها ورش على مستوى عالٍ يمكنها تصنيع أجزاء من المعدات وتقوم بتصديرها لبعض الدول .

ولا يعتبر البنجر السكري محصولاً منافساً لقصب السكر بل يمكن إعتباره مكماً له ، فقصب السكر كمحصول إستوائى نجحت زراعته في صعيد مصر أما البنجر السكري فقد نجحت زراعته في شمال وشرق الدلتا لأنه يعتبر من نباتات الطقس المعتدل المائل للبرودة ، أى يزرع البنجر في مصر في المناطق الشمالية وقصب السكر في المناطق الجنوبية .

ويوضح الجدول (1.1) إنتاج السكر الخام بالآلاف 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 إلى أهمية توفير الظروف الملائمة للتوسع في إنتاج المحاصيل السكرية في الدول العربية ، ومما هو جدير بالذكر أن مصر كانت حتى أوائل السبعينات من الدول المصدرة للسكر ، وبرغم أن إنتاج مصر يتزايد سنوياً (جدول 1.1) حتى وصل عام 1996 إلى حوالي 1410 ألف طن .... إلا أنه منذ بداية الثمانيات 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 حتى أصبحت في حدود 550 ألف طن في السنوات

من أهم أهم  
الدول المنتجة  
للسكر؟

ما هي  
الاجرة  
الغذائية  
في مصر  
وكم تدر؟



الأخيرة ثم أصبحت في حدود المليون طن في السنوات الأخيرة، وتعزى هذه الفجوة في إنتاج السكر في مصر لزيادة عدد السكان وكذلك لزيادة معدلات الإستهلاك حتى عن المعدلات العالمية .

جدول (1,1) متوسط إنتاج السكر الخام بالآلف طن في بعض الدول العربية

الدولة	السنوات			
	متوسط الفترة 1993 – 1989	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 (2012) – المنظمة العربية للتنمية الزراعية .

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

ويعتبر السكر سلعة زراعية غذائية ويمثل أحد القطاعات الرئيسية في الإقتصاد العالمي وقد إزداد حجم إنتاجه العالمي من حوالي 30 مليون طن عام 1940م إلى 85 مليون طن عام 1975 ويربو إنتاجه الآن عن 120 مليون طن .

## 2.1. صناعة إنتاج السكر من قصب السكر

### 1.2.1. مقدمة

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

1. الجذور الموجودة تحت سطح التربة وتبلغ نسبتها من النبات حوالي 13% (على أساس الوزن الجاف)

2. الجزء الموجود فوق سطح التربة ويشمل السيقان والأوراق الجافة والقمم الطرفية ويمثل حوالي 87%.

و يصلح لاستخدام السكر جزء من السيقان يمثل حوالي 50% من المكونات النباتية لقصب السكر . تتباين نسبة المواد السكرية على طول ساق القصب فتزداد نسبتها من القمة إلى القاعدة قرب سطح الأرض حتى تصل لحوالي 20% بينما تتراوح نسبة المواد السكرية بين 7 إلى 10% في الجزء القريب من القمة الطرفية ، ويعتبر السكروز المكون الرئيسي في القصب الناضج وتزداد نسبته أيضاً في الساق في اتجاه القاعدة حتى تصل إلى حوالي 94% من نسبة السكريات الكلية بينما تتراوح نسبة السكروز من السكريات الكلية في الأجزاء القريبة من القمة الطرفية من 30 إلى 50% . وتوجد في قصب السكر نسبة من السكريات الأحادية كالجلكوز وتقل نسبتها بزيادة عمر النبات حيث تمثل حوالي 4% من السكريات الكلية عندما يكون عمر النبات 6 شهور وعندما يصل عمر النبات إلى 12 شهراً تقل هذه النسبة لتتراوح بين 0.25 إلى 0.75% .

سنستعرض في هذا الجزء بعض خطوات صناعة السكر من قصب السكر ويؤجل شرح بعض الخطوات الأخرى الأساسية وأيضاً الأسس العلمية لها للجزء الخاص بصناعة السكر من بنجر السكر تلافياً للتكرار .



### 2.2.1. حصاد قصب السكر ونقله

يحصد نبات قصب السكر باليد أو آلياً حيث تقطع ساق النبات من قاعدته وفي الوقت نفسه يزال القسم العلوي ( القمة الطرفية والأوراق ) . ويجمع المحصول على شكل أكوام ( لبش ) ثم ينقل للمصنع . وعند ورود المحصول للمصنع يتم إجراء فحص أولى عليه لتحديد نسبة الخضم من المحصول والتي تقابل ما يحمله المحصول من شوائب ومواد غريبة من الأوراق والطين والحجارة وتعرف هذه النسبة بالإستقطاع الطبيعي . وتشمل وزن المكونات الغريبة من الأوراق والتربة والتي لا يستخرج منها السكر .

ثم يستخلص المعمل العصير من عينة عشوائية ممثلة

**Representative random sample** للشحنة الواردة إلى المصنع

وتقدر فيها نسبة السكر 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 مبكراً 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% .

### 3.2.1. غسيل القصب

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

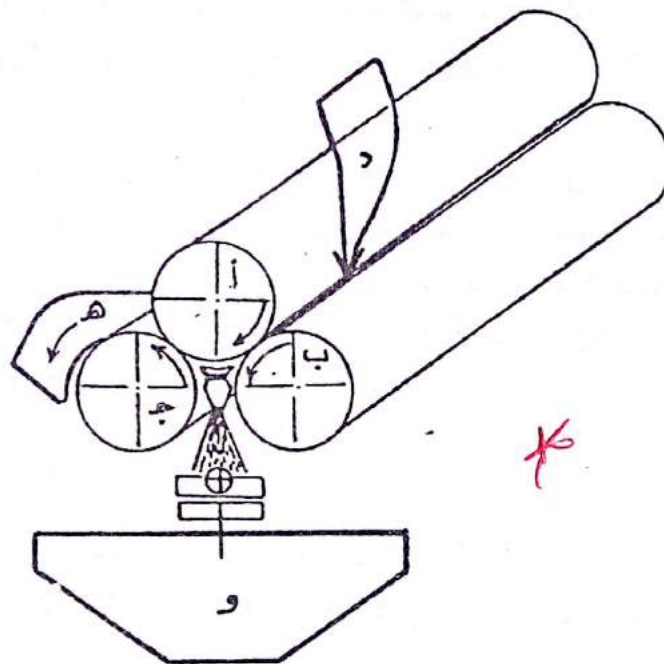
### 4.2.1. تقطيع القصب أو هرسه

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

### 5.2.1. إستخلاص عصير القصب

يتم عصر القصب بواسطة سلسلة من العصارات ، تتكون كل عصاره من ثلاث إسطوانات أفقيه مرتبة على شكل مثلث كما في الشكل (1,1) حيث تضغط الإسطوانة العليا (أ) على سيقان القصب بعد إستلامها من فتحة التغذية (د) بضغط هيدروليكي عالي نتيجة حصر القصب بين الأسطوانة السفلية الأولى

(ب) التي تتحرك حركة مضادة للأسطوانة (أ) ونتيجة للضغط يخرج جزء من العصير يتم استقباله في خزان العصير (و) ، ثم تنتقل المصاصة إلى الإسطوانة (ج) التي تكون المسافة بينها وبين الإسطوانة العلوية (أ) ضيقة (من المسافة بين أ، ب) فيزداد الضغط على المصاصة لاستخراج جزء آخر من العصير يهبط إلى خزان العصير (و) ... وتنتقل المصاصة بعد العصر الأولى إلى خارج وحدة العصر الأولى عن طريق فتحة الخروج (هـ) إلى وحدة العصر التالية وفيها تقل المسافة بين الإسطوانتين لتسمح بضغط أكبر لاستخلاص أكبر قدر ممكن من العصير .



شكل (1.1) : رسم تخطيطي لمصارة قصب السكر

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



## 6.2.1. 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 إلى 0.07 من وزن العصير لرفع رقم  $pH$  العصير ليتراوح بين 8 إلى 9 ثم يسخن العصير إلى درجات حرارة تتراوح بين 93 إلى 115م درجة مئوية ، أو قد يسخن العصير أولاً ثم يضاف إليه المقدار المناسب من الجير الحي دفعة واحدة أو على عدة دفعات . وعندما يتراوح  $pH$  العصير بين 8 إلى 9 تتكثف المكونات غير السكرية وتترسب . ويؤدي ارتفاع درجة الحرارة والوسط القلوي للعصير أثناء عملية الترويق إلى تحول نسبة من السكروز إلى سكريات أحادية وتعتمد هذه النسبة على درجة الحرارة وطول فترة المعاملة فكلما زادت زادت نسبة تحول السكروز .

وقد تستخدم أيضاً أملاح الفوسفات الذائبة مع الجير الحي لرفع رقم حموضة ( $pH$ ) العصير إلى حوالي 9-10 فتساعد على سرعة الترويق .

## 7.2.1. المعالجة بثاني أكسيد الكبريت Sulfitation

تتم عملية معالجة العصير بغاز ثاني أكسيد الكبريت ( $SO_2$ ) لمعالجة قلوية العصير والوصول لرقم  $pH$  حوالي 7 وكذلك لتأثيره القاصر للون حيث يعمل على إختزال لون عصير القصب بعد الترويق .

كذلك يمكن أن يعامل العصير الخام قبل الترويق بغاز ثاني أكسيد الكبريت  $SO_2$  حتى يصبح الوسط حامضياً قوياً في حدود رقم  $pH$  من 3.5 إلى 4.0 ثم يضاف الجير الحي تدريجياً حتى يصبح الوسط حامضياً ضعيفاً ويترك المزيج للترسيب . -المعالجة بغاز ثاني أكسيد الكربون (الكربنة )

## Carbonation

وهي طريقة أخرى من طرق تنقية عصير القصب وسنتناولها بتفصيل أكبر عند تناول إنتاج السكر من البنجر ، حيث يضاف الجير الحي ( $CO_2$ ) حتى تصل قيمة  $pH$  العصير لحوالي 11 ويسخن العصير إلى درجة 55 درجة مئوية فقط ثم يشبع بغاز  $CO_2$  حتى تنخفض قيمة  $pH$  العصير إلى 9.8 ثم

فاروق التلاوي  
د. إبراهيم حسن

تفصل المكونات غير الذائبة بالترسيب والترشيح ، وعند تسخين العصير الرائق إلى درجة 70 درجة مئوية تمهيداً لعملية تركيزه في الخطوة التالية يفضل معاملة مرة أخرى بغاز CO2 لمعاملة الوسط القلوي للعصير بحيث يصبح رقم الحموضة (pH) له في حدود 7.5 إلى 8 كحد أقصى قبل إجراء التركيز .... وذلك لتلافي تسخين العصير للتركيز خاصة عندما تكون قلويته عالية فيؤدي ذلك لزيادة معدلات تحلل وهدم السكروز إلى سكريات أحادية تمثل فاقداً في الصناعة يجب تحاشيه .

### 8.2.1. تركيز العصير :

تهدف هذه الخطوة في صناعة السكر إلى رفع تركيز عصير القصب الرائق من 12-15% إلى 60-65% وذلك بتبخير كميات كبيرة من الماء من العصير ، وبطبيعة الحال تكون نقطة غليان المحلول السكري للعصير أعلى من درجة غليان الماء ويمكن التعبير عن الفرق بين درجة غليان المحلول السكري ودرجة غليان الماء بالرمز  $\Delta t_s$  وكلما ازداد تركيز المحلول السكري أثناء تبخير الماء منه زادت نقطة غليانه أي تزداد قيمة  $\Delta t_s$ . وطالما أن العصير يتم تسخينه بالبخار الساخن فإنه دائماً ما تكون درجة حرارة البخار الساخن أعلى من درجة حرارة العصير ، وكلما ازداد تركيز العصير قل الفرق بين درجة حرارة البخار الساخن ودرجة حرارة العصير الأعلى تركيزاً .

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

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

حيث  $\Delta t_w$  = الفرق بين درجة حرارة البخار الساخن والعصير .

$t_H$  = درجة حرارة البخار الساخن

$t_B$  = درجة حرارة البخار المشبع المنبعث من العصير.

س/ كيف تقدر  
الارتفاع أو الفرق في الحرارة بين البخار الساخن والعصير



$$\Delta t_s = \text{الارتفاع في نقطة غليان العصير}$$

فعندما تكون درجة البخار الساخن 124 درجة مئوية ، وباقتراض أن تركيز العصير 46 برقس تكون نقطة غليانه 115.5 درجة مئوية وهي نفس درجة حرارة البخار المشبع المنبعث من العصير ، ويكون الارتفاع عن درجة حرارة الغليان نتيجة الحقن بالبخار  $\Delta t_s = 1.7$  درجة مئوية فيكون الفرق بين درجة حرارة البخار الساخن والعصير ، من المعادلة السابقة .

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

على الجبال لا يتجاوز  
درجة حرارة عصير  
تركيز العصير عن 125

ولا يجب أن تتجاوز درجة حرارة وحدات تركيز العصير عن 125 درجة مئوية حتى لا يحدث تحطيم وتفكك للسكروز عند الدرجات الأعلى من ذلك حيث يتحطم حوالي 0.5% من السكروز عند التسخين على درجة حرارة 125 درجة مئوية لمدة ساعة واحدة أما بارتفاع درجة الحرارة إلى 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 حتى لا يزداد معدل هدم السكروز .

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

### 9.2.1. عمليات الطبخ والتبلور وتجفيف السكر

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

### 3.1. صناعة إنتاج السكر من البنجر السكري ( beet sugar )

#### 1.3.1. مقدمة

يعتبر البنجر السكري *Beta vulgaris saccharifera* المحصول الرئيسي الوحيد الذي لم يزرع في عصور ما قبل التاريخ فهو من صنع وإنتاج علم تربية النبات ، وتتميز جذور البنجر السكري بإحتوائها على نسبة مرتفعة من السكروز قد تصل في بعض الأصناف إلى ما يربو على 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 محصولاً ثنائياً الغرض إذ يستخرج السكر من جذوره ويعتبر الجزء الخضرى وبعض مخلفات الصناعة علفاً حيوانياً ، هذا وقد لوحظ تحسن الثروة الحيوانية في المحافظات التي تزرعه .

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

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

4- يزرع البنجر السكرى في مصر كمحصول شتوى لا اعتدال المناخ أما في الدول ذات الطقس البارد ككندا وبعض مناطق أمريكا فيزرع كمحصول صيفى .

وستتناول في الجزء التالي وصفاً مختصراً لصناعة السكر من البنجر السكرى في أحد مصانع إنتاجه في مصر ، وسنلاحظ تشابه بعض خطوات الإنتاج والمعاملات التكنولوجية في إنتاج السكر سواء من القصب أو من البنجر السكرى ، لذا لم نشير إليها بالتفصيل في الجزء السابق تلافياً للتكرار .

### 2.3.1. استلام المحصول

1- تدخل العربات أو الجرارات المحملة بالبنجر السكرى من بوابة الميزان وتحمل على الميزان فتوزن وهي محملة بالشحنة والسائق ثم توزن بعد تفريغ الشحنة ، ويكون الفرق بين الوزنتين هو وزن محصول البنجر المسلم للمصنع .



2- تؤخذ عينة عشوائية ممثلة من شحنة البنجر السكري الواردة للمصنع وترسل للمعمل لتحديد نسب الاستقطاع الطبيعي والاستقطاع الكيماوى . حيث يجري المعمل على عينة البنجر بعض الإختبارات الأولية أهمها على سبيل المثال لا الحصر :

أ- تحسب النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة ( البركس ) في 100سم أو 100جم من العصير وتعادل القراءة عند 20 درجة مئوية

ب- تحسب النسبة المئوية للسكر في العصير وتقدر عادة بواسطة جهاز البولاريمتر ، حيث يؤخذ 50مل من العصير ويوضع فى دورق سعته 200مل .

\* يضاف إلى الدورق حوالي 5 مل من خلاصات الرصاص ويكمل الحجم الباقى بالماء المقطر ثم يرشح المزيج .

\* تملأ أنبوبة الاستقطاب الخاصة بالبولاريمتر بالراشح ويقرأ التدريج ، إذا كان طول الأنبوبة 20سم يضرب الوزن المعيارى فى قراءة الجهاز فى مقلوب التخفيف ويقسم الناتج على 100 .

قراءة الجهاز × الوزن المعيارى × 4

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

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

قراءة الجهاز × الوزن المعيارى × 4

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

والوزن المعيارى ( الخاص بكل جهاز بولاريمتر ) هو الوزن من السكر في 100مل من الماء المقطر الذي يعطى قراءة بولاريمترية مقدارها 100 عندما يكون طول أنبوبة الجهاز 20سم .

3- تحسب النسبة المئوية للسكر في 100 جم من العصير من العلاقة التالية :

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

4- تحسب نقاوة العصير كنسبة مئوية من النسبة المئوية للسكر مقسومة على النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة في العصير ويضرب الناتج في 100

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

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

100

ويحسب المعامل من العلاقة التالية :-

$$\text{المعامل} = 100 - (\text{نسبة الألياف} + \text{نسبة الإستقطاعات الطبيعية} + \text{نسبة الماء})$$

6- يمكن حساب نسبة الجلوكوز أيضا كما درست في مقرر تحليل الأغذية ومنها يحسب معامل الجلوكوز الذي يساوي نسبة الجلوكوز في 100 سم من العصير

$$= \frac{\text{نسبة السكر في 100 سم من العصير} \times 0.9}{100}$$

100

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

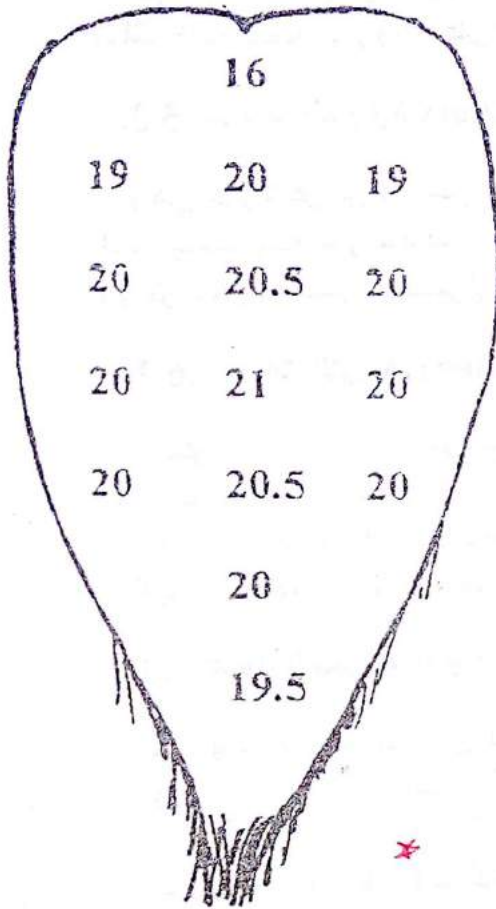
وفيما يلي جدول يوضح التركيب الكيميائي التقريبي لجذور البنجر (محسوبا على أساس الوزن الرطب ) . كذلك يوضح الشكل (2.1) التوزيع التقريبي للسكر في جذور البنجر السكري .



## جدول (2.1) التركيب الكيميائي التقريبي لجذور

البنجر السكري

(محسوبا على أساس الوزن الرطب )



المكونات	النسبة المئوية
المواد الصلبة الكلية	25.00-21.00
السكر	8.00-15.00
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

## 3.3.1. تفريغ محصول البنجر من وسائل نقله

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

## 4.3.1. الغسيل

يبدأ الغسيل باستعمال رشاش قوي من الماء يوجه إلى البنجر فيسقطه في مجرى مائي مبطن بالخرسانة ومنحنى انحناءا بسيطا ليساعد على سريان حركة

البنجر إلى إتجاه موقع السيور الرافعه للبنجر ( شكل 17.1) وقبل الرفع مباشرة يتم تنظيفه بمروره على:

### 5.3.1 صائدات الحجاره Rock- catchers

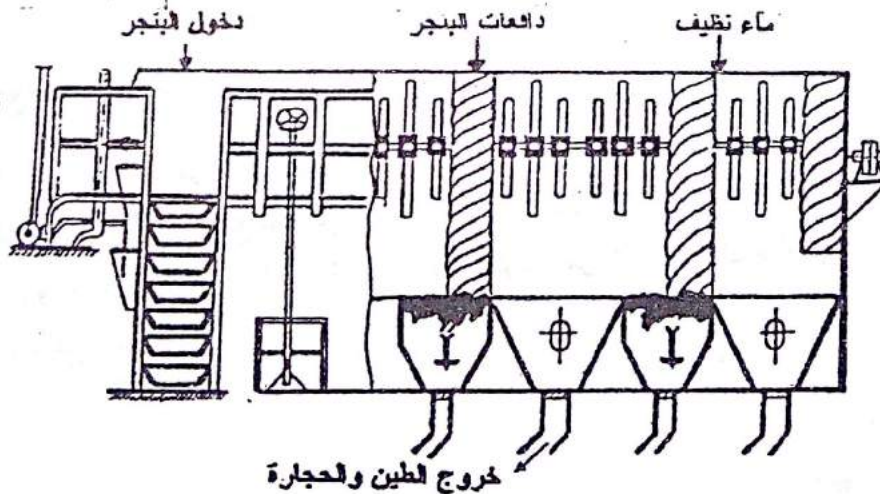
وهي عبارة عن جزء عميق في المجري المائي يمرر من تحته تيار قوى من الماء بحيث يمنع سقوط البنجر في الحفرة أما الحجاره الأثقل فتسقط في الحفرة ويمكن تنظيف الحفرة باستمرار أو في نهاية اليوم.

### 6.3.1 حاجزات الأوراق Trash-catchers

يتكون الجهاز من مجاميع من الماسكات تتكون كل مجموعه من ماسك معلق على محور أفقى وتتحرك هذه المحاور حركه دورانية تسير فى القناة عكس إتجاه سريان الماء والبنجر فتلتصق الأوراق بالماسكات التى ترفعها لأعلى وتلقوها إلى الجانب الخلفى وهناك ماسكات أخرى لالتقاط العروش الطويله

### 7.3.1 غسيل البنجر Beet wash

بعد تنظيف البجر من الحجاره والأوراق والعروش أثناء مروره فى المجري المائي ينتقل بالسيور الرافعة إلى غسالة البنجر ( شكل 3.1) حيث يدخل ماء الغسيل من أسفلها بقوة ضغط عاليه ويسير عكس إتجاه سير البنجر لإزالة الطين والأوساخ المختلفه الملتصقه بجذور البنجر . وقد ينقل إلى مرحله غسيل تالية حتى تمام غسيله بصورة مرضية وفصل كافة الأوساخ عنه . وعادة يتم تجميع الذبول والعروش وتنظف مرة أخرى من الحصى وتقطع ثم ترسل لوحدة تصنيع علف المواشى .

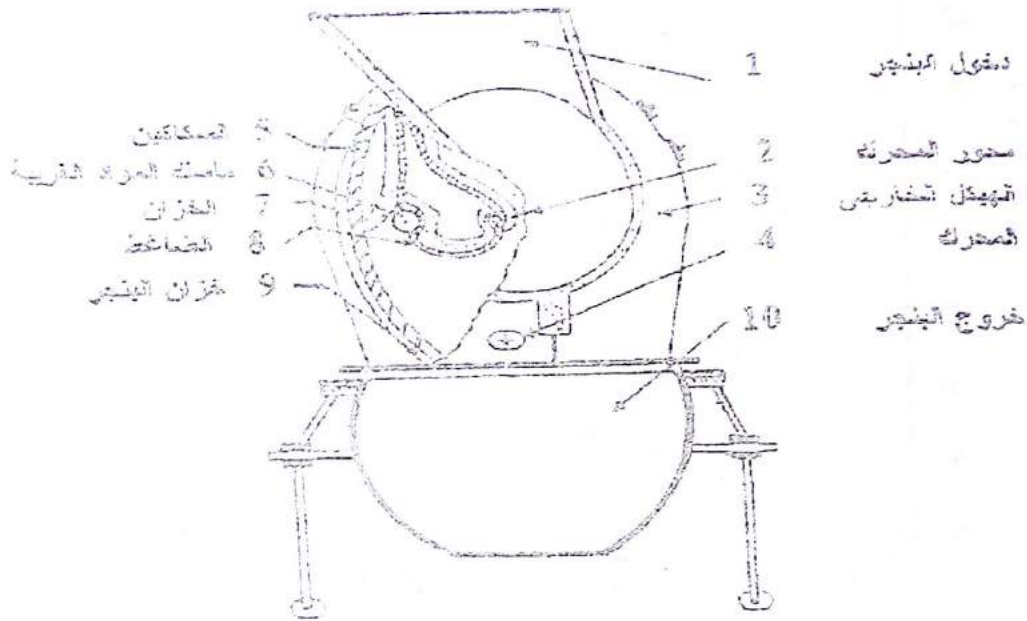


شكل (3.1) : غسالة البنجر



### 8.3.1 تقطيع البنجر

ينقل البنجر المغسول بواسطة سيور مثقبة لتصفية مياه الغسيل إلى أجهزة التقطيع وهي عبارة عن أسطوانة تدور على محور عمودي وتثبت داخلها السكاكين بشكل أفقي فيقطع البنجر إلى شرائح رقيقة الست ( انظر شكل 4.1).



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

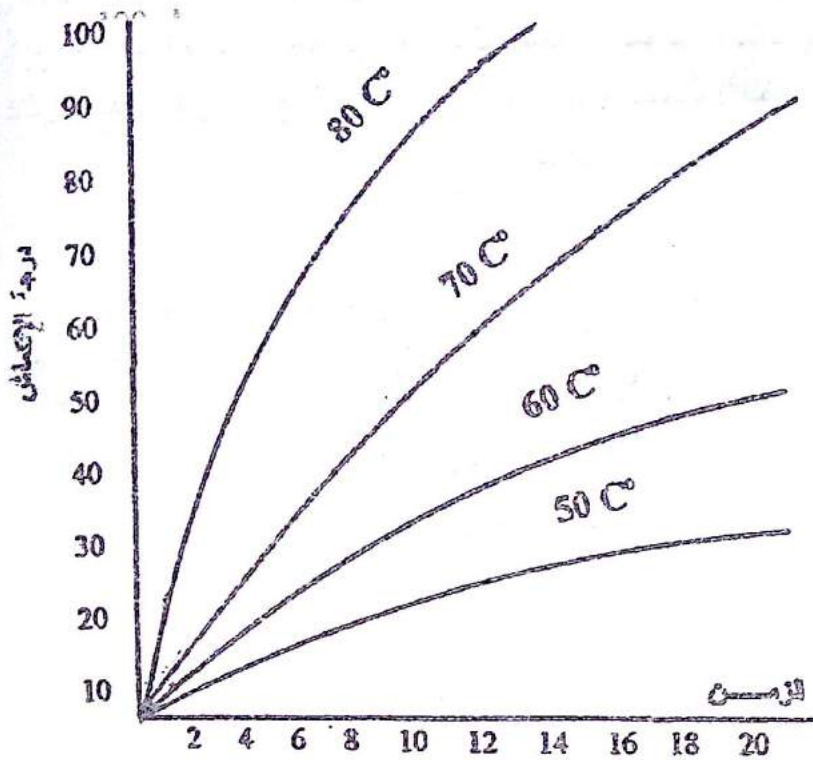
### 8.3.1. استخلاص السكريات

على/ يعتمد استخلاص السكر من خلاياه على عدة عوامل فيزيائية

يعتمد استخلاص العصير السكري من خلايا البنجر على ظاهرتي الانتشار **diffusion** والاسموزيه **osmosis** للحصول على أكبر كمية ممكنة من السكر الموجود في شرائح البنجر بقوة عالية وتركيز مناسب. ويعتبر استخلاص العصير السكري عملية ميكانيكية بحتة تتضمن مجموعة من العمليات الفيزيائية

فالحصول على السكر المذاب داخل خلايا البنجر لابد أن ينصح الغلاف البروتوبلازمي للخلايا العصير الذي بداخله وذلك بتأثير حرارة الاستخلاص التي تسبب انكماشاً للخلايا، وارتفاع درجة الحرارة تموت الخلايا فيحدث تغير في طبيعة جدرانها فلا تستطيع الاحتفاظ بالسوائل في داخلها وتنتضحها خارجها. كذلك يسهل فرق التركيز بين داخل الخلايا الأعلى تركيزاً في السكر وخارجها الأقل تركيزاً بانتشار وانتقال (تساف) السكر من داخل الخلايا إلى خارجها.

وبوضح شكل ( 5.1 ) تأثير درجات الحرارة والزمن على درجة انكماش الخلايا  
مقدرة كنسبة مئوية .

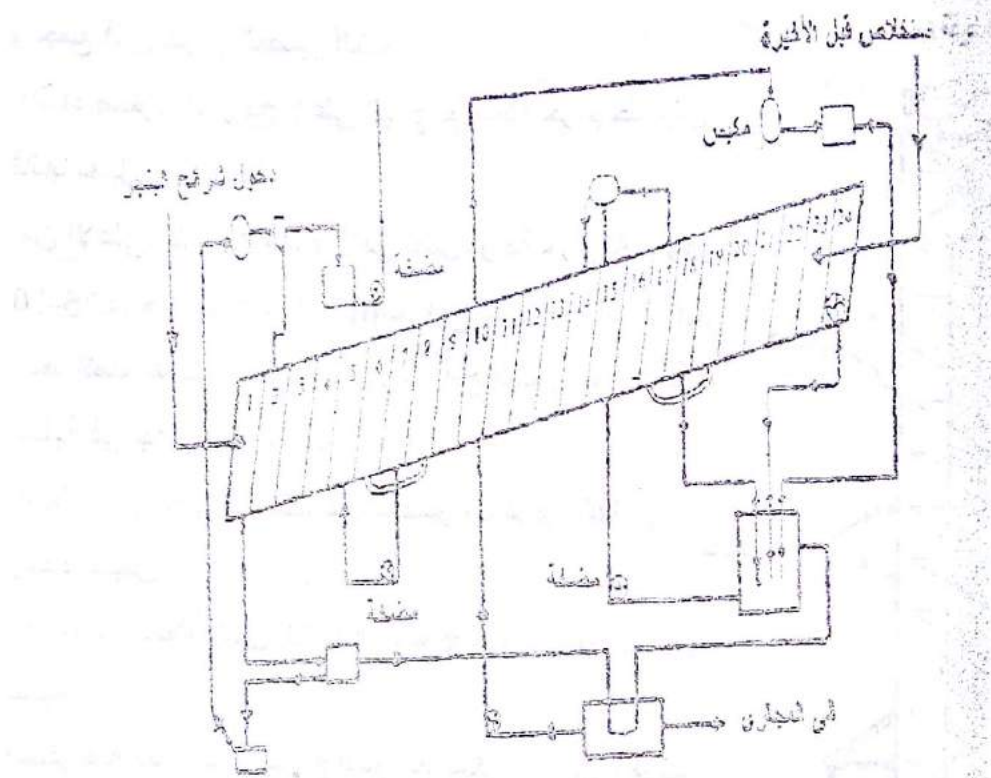


شكل ( 5.1 ) : تأثير درجات الحرارة والزمن على % لانكماش خلايا البنجر

### 9.3.1. أجهزة استخلاص السكر من شرانج البنجر

توجد تصميمات عديدة من أجهزة استخلاص العصير السكري من شرانج البنجر فهناك نوع من أجهزة الاستخلاص على شكل متوازي مستطيلات مفتوح من طرفه الأعلى وفي وضع مائل ويقسم إلى حوالي 24 غرفة . تدخل شرانج البنجر من الغرفة الأولى السفلية وتسير باتجاه الغرفة العلوية ( رقم 24 ) في اتجاه الغرفة الأولى التي تدخل منها شرانج البنجر . فيخرج تيار الغرفة الأولى السكر المذاب . وتنقل شرانج البنجر من الغرفة الأولى إلى الغرفة 24 أذرع ناقلة تتحرك على محور أفقي على امتداد الحوض تدور بسرعة بطيئة تبلغ من 3 إلى 4 دورات في الدقيقة . وعادة يبلغ طول الحوض حوالي 26 متر وعرضه 2.8 متر وتبلغ سعة تشغيله من 600-700 طن بنجر يوميا وتستغرق فترة الاستخلاص ( الانتشار ) 30-40 دقيقة ويبلغ مقدار العصير السكري المستخلص حوالي 125-130 % من وزن البنجر .





شكل (1-6): رسم تخطيطي لأحد أجهزة استخلاص السكر من شرانج البنجر.

كما توجد أنواع أخرى من أجهزة الاستخلاص على شكل أبراج عمودية يتكون إحداها من ثلاثة أقسام رئيسية .... حوض الفصل ، منطقة المزج أو الخلط ، و برج الانتشار (التفافذ) ( شكل 7.1 ) . ويتم استخلاص العصير السكري من شرانج البنجر في هذه الأبراج بالطريقة التالية .

\*بعد تقطيع البنجر إلى شرائح في وحدة التقطيع تنقل الشرائح بواسطة ناقل ميزاني ( لتحديد مقدار البنجر المستهلك يوميا ) إلى حوض المزج وفيه تمزج الشرائح مع كمية من عصير البنجر الساخن لتسخين شرائح البنجر إلى الدرجة المطلوبة ( حوالي 85 درجة مئوية ) .

\*يدفع المزيج ( عصير البنجر الساخن مع عصير البنجر المستخلص من الشرائح ) بواسطة مضخة إلى أسفل البرج حيث يجمع بعد مرور على سطح منخلي

ويجمع في خزان العصير الخام .

\* أثناء صعود الشرايح لأعلى البرج بواسطة حزام حلزوني فإنها تقابل

من الأعلى تياراً من الماء النقي تصل درجة حرارته لحوالي

75-70 درجة مئوية ورقم pH يتراوح بين 5.5 إلى 6.0

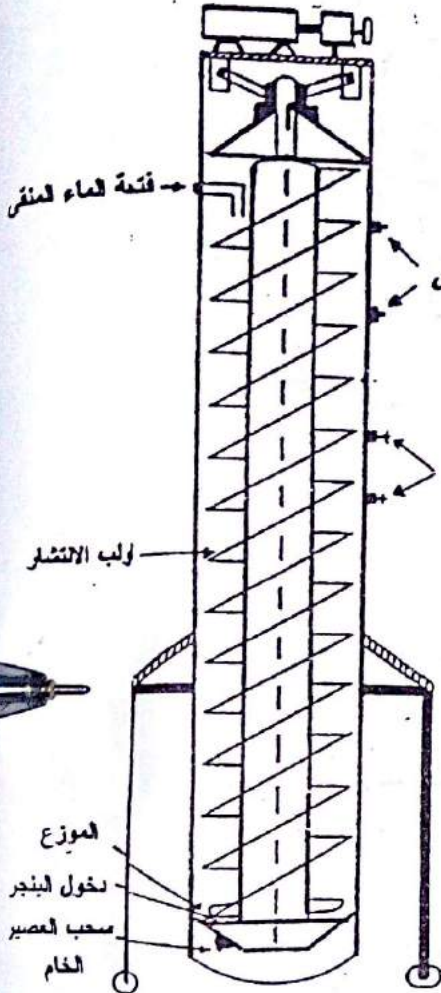
\* بعد اتمام عملية الانتشار تخرج شرايح البنجر من فتحة سفلية في جهاز الاستخلاص .

\* تنقل الشرايح بعد استخلاص العصير السكري منها إلى وحدة الكبس

أو العصر حيث تكبس الشرايح فيخرج منها عصير سكري نسبة

السكر فيه منخفضة وتخرج الشرايح المكبوسة من الطرف السفلي .

تتراوح نسبة الماء في الشرايح المكبوسة بين 6-8% فقط وتستعمل شرايح البنجر المكبوسة كعلف حيواني .



شكل (7.1): برج عمودي لإستخلاص

العصير السكري من شرايح البنجر

\* وضح بالرسم  
(أحد أجهزة إستخلاص  
السكر من بنجر السكر)

### 10.3.1. العوامل التي تؤثر على كفاءة عملية الإستخلاص

يؤثر على كفاءة عملية إستخلاص العصير السكري من شرايح البنجر عوامل عديدة أهمها :



1- درجة حرارة الإستخلاص: تتراوح درجات حرارة الإستخلاص المناسبة بين 75-80 درجة مئوية حيث تؤدي هذه الدرجات إلى إنكماش ألياف خلايا البنجر كما تغير من تركيب غشاء الخلية بحيث تنضج ما بداخلها من سوائل ، كما تساعد على سرعة الإنتشار .

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

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

وزن البنجر

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- فترة الإنتشار : يقصد بفترة الإنتشار المدة الزمنية التي تبقى فيها شرائح البنجر في تماس مع محلول الإنتشار وبزيادة هذه المدة يزداد مقدار السكر في العصير تدريجيا ويتساوى 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- سمك شرائح البنجر : يؤدي نقص سمك شرائح البنجر إلى زيادة مساحة سطحها فتزيد كفاءة الإستخلاص ويفضل أن تكون أطوال الشرائح أكبر من 5 سم حيث تؤدي الشرائح الصغيرة التي يقل سمكها عن 1 سم لعرقلة سير العصير أثناء الإستخلاص .

5- ماء الإنتشار Diffusion water: يشترط في الماء الذي يستخدم في عملية الإنتشار أن يكون نقيا صافيا خاليا من المواد الذائبة التي تؤثر على عملية الإستخلاص كالأملح القلوية التي يؤدي وجودها لإعاقة عملية التبلور ويزيد

من فاقد السكر في المولاس . وقد تجرى عمليات تنقيته على المياه قبل إستخدامها في عملية إستخلاص العصير السكرى من البنجر حتى لا تؤثر على صفات السكر الناتج . كما ويفضل أن يكون pH الماء في الإتجاه الحامضى في حدود 5.5 – 6.0

### 11.3.1. ترويق عصير البنجر

يستخدم الجير الحى ( CaO ) فى ترويق عصير البنجر كما هو الحال فى عصير القصب حيث يعتبر من أفضل المواد لفعاليته ورخص ثمنه وسهولة إزالته من العصير . وتهدف عملية الترويق لإزالة وترسيب جميع المكونات غير السكرية بحيث يتبقى منها فى العصير أقل نسبة ممكنة . يضاف الجير الحى إلى عصير البنجر بنسبة 1 إلى 2% فتحدث تفاعلات تؤدى إلى تكوين رواسب نتيجة تفاعلات أيونية أو تفاعلات غروية . تؤدى التفاعلات الأيونية إلى معادلة حموضة العصير وتكوين أملاح الكالسيوم غير الذائبة وتكون هذه التفاعلات بسيطة وسريعة أما التفاعلات الغروية فتشمل تآثر المكونات البروتينية وترسيب البكتين والمركبات المشابهة حيث يصل رقم pH العصير بعد إضافة الجير الحى لمدى يتراوح بين 10.6 - 11.0 وهو الوسط المناسب لتجمع البروتينات وتآثرها وترسيب البكتينات .

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

ويمكن إضافة الجير الحى دفعه واحدة أو إضافته على عدة دفعات ، فإضافته على دفعات تعطى الفرصة بدرجة أكبر لتعادل شحنات المكونات البروتينية الضرورية . لذلك تجرى بعض المصانع عملية الترويق على مرحلتين وهما :

### 1.11.3.1. الترويق الأولي Preliming

وتتضمن هذه العملية إضافة كمية معينة من الجير لمعادلة الوسط الحامضى فى العصير وترسيب المكونات البروتينية والبكتينية . ويتراوح مقدار الجير الحى



المضاف بين 0.2 - 0.3% وتختلف هذه النسبة مع طبيعة عصير البنجر ويتم تحديدها في المعمل على عينة من عصير البنجر.

### 2.11.3.1 الترويق الرئيسي Main liming

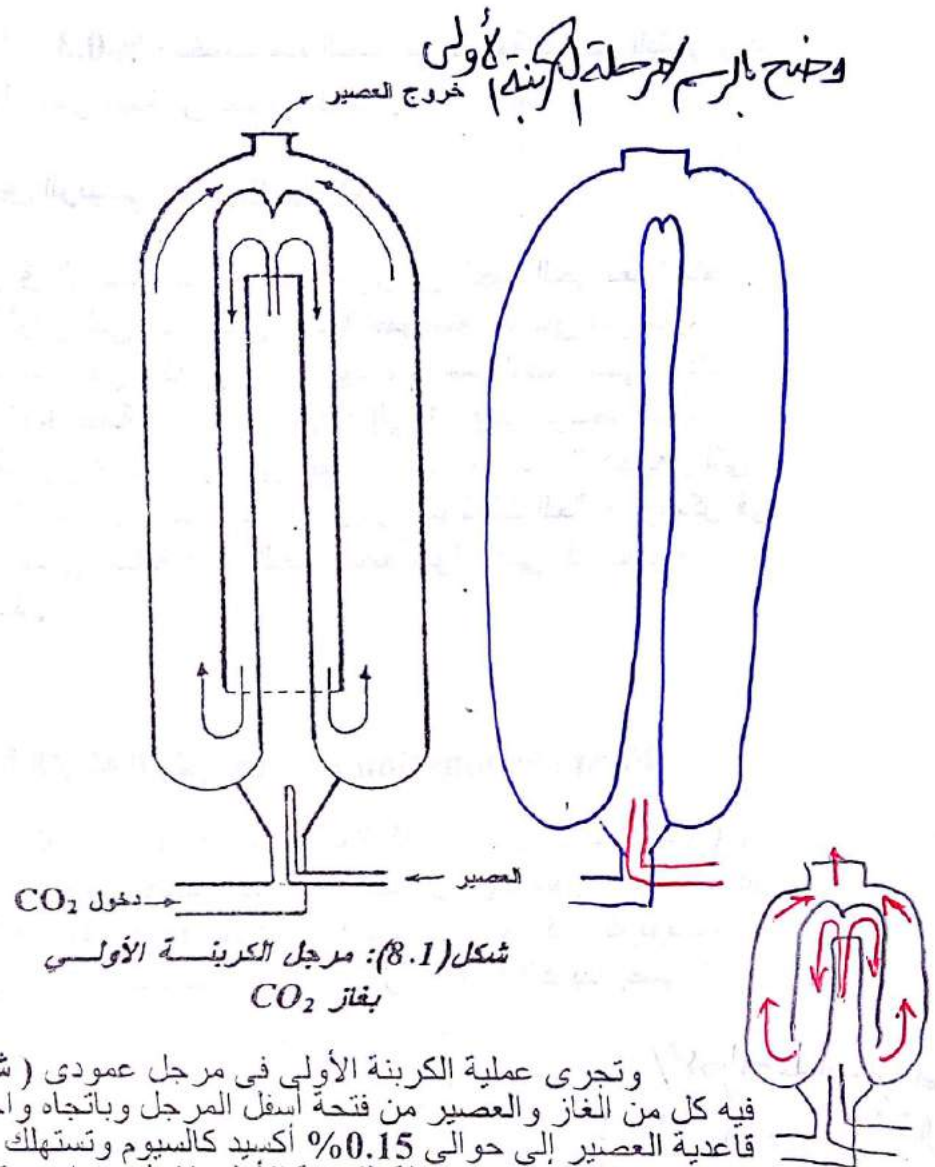
ويقصد بالترويق الرئيسي إضافة كمية أخرى من الجير الحى بعد إتمام مرحلة الترويق الأولى التى تعمل على معادلة حموضه العصير وترسيب البروتينات والبكتينات على هيئة أملاح كالسيوم ، فزيادة الجير الحى تزداد قاعدية العصير وتصل قيمة ال pH من 10.6 إلى 11 وهو الوسط المناسب لتكتل المكونات الغروية العالقة وتكوين المعقدات البروتينية والبكتينية والتي أثناء ترسيبها تحجز بين جزيئاتها نسبة أخرى من المركبات العالقة . ويمكن فى عملية الترويق الرئيسي إضافة الجير الحى المطفأ سواء على دفعات أو قد يضاف دفعة واحدة .

### 3.11.3.1 عملية الكربنة الأولى First carbonation process

تهدف عملية الكربنة الأولى ( الإشباع بغاز ثانى أكسيد الكربون  $CO_2$  ) إلى إزالة الكمية الزائدة من أكسيد الكالسيوم المستعمل فى ترسيب المكونات غير السكرية بواسطة غاز  $CO_2$  الذى يتحد مع أكسيد الكالسيوم مكونا كربونات كالسيوم غير ذائبة يمكن فصلها بالترشيح . ولإجراء عملية الكربنة بصورة مرضية يجب أن يؤخذ فى الاعتبار مايلى:

علل / لإجراء عملية الكربنة  
لحباب يؤخذ فى الاعتبار  
عدة عوامل .

- 1- ضرورة توزيع الغاز فى العصير بصورة متجانسة
- 2- زيادة ضغط الغاز داخل العصير لإتمام التفاعل
- 3- إطالة زمن صعود فقاعات غاز ثانى أكسيد الكربون
- 4- التحكم فى درجة الحرارة فى حدود 85-90 درجة مئوية



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

#### 1.3.11.3.1. عمليتي الترويق والترشيح

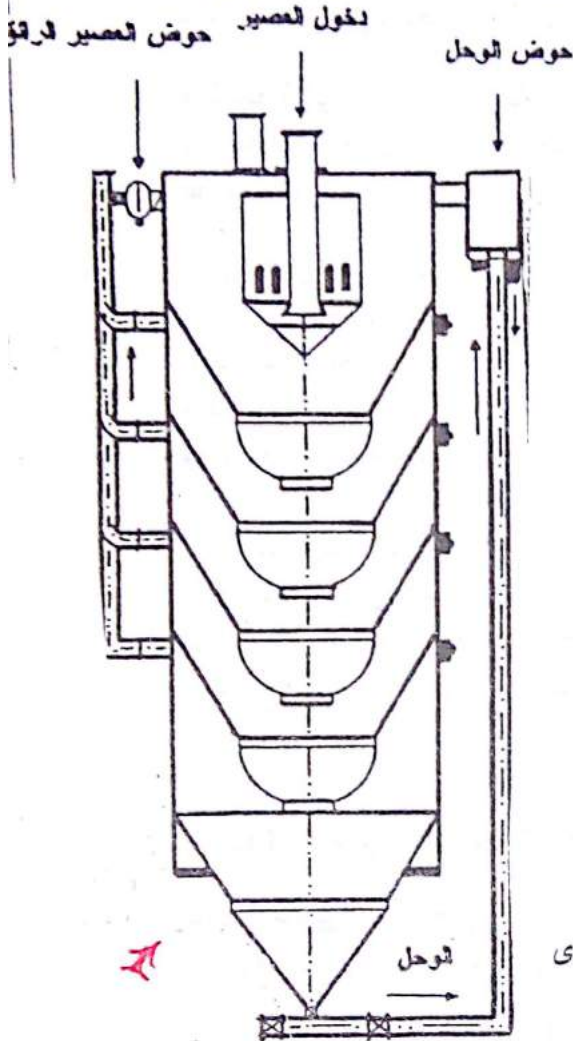
يتم فصل المكونات غير الذائبة المتكونة بعد عملية الكربنة الأولى بإجراء عمليتي ترويق وترشيح .

#### 2.3.11.3.1. عملية الترويق

توجد عدة تصميمات لأجهزة الترويق يتكون أحدهما من برج إسطواني ذي نهاية مخروطية وينقسم البرج الإسطواني إلى عدد من الغرف المخروطية (شكل 9.1) ويفضل في عملية الترويق أن يكون دخول العصير من أعلى البرج وخروجه من أسفل دون استخدام 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 إلى الإقتصاد في استهلاك أقمشه الترشيح كذلك يقل استهلاك ماء التحلية الذي يستعمل في غسل الطبقة المترسبة في المرشحات لاستخلاص السكر منها كما سيذكر فيما بعد . ويوضح شكل 9.1 أحد أجهزة ترويق عصير البنجر السكري بعد إجراء عملية الكربنة الأولى وقبل إجراء عملية الترشيح .



شكل ( 9.1 ) : برج ترويق عصير البنجر السكري

### 3.3.11.3.1. عملية الترشيح

يرسل العصير بعد الترويق إلى وحدة الترشيح ويفضل في تصميم المصنع أن تعلو وحدة الترويق وحدة الترشيح بحيث يهبط العصير السكري ذاتياً بهدوء إلى وحدة الترشيح دون إثارة تيارات دوامية تعيد تعكير العصير . وتعتمد كفاءة عملية الترشيح على :

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

ب - سمك الطبقة المترسبة على سطح المرشح : فكلما زادت تبطيء عملية الترشح

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

د - درجة حرارة العصير السكرى .

هـ. الضغط الواقع على المرشح : كلما زاد الضغط الواقع على المرشح زادت سرعة الترشيح إلا أن زيادة الضغط تؤدي إلى زيادة احتمال 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 جوى ) وبعد ترشيح كمية معينة من العصير السكرى تتراكم طبقة من الراسب على 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 إلى الخارج بواسطة تيار من الهواء المضغوط أو البخار . وتبدأ بعد ذلك عملية غسل الطبقة المترسبة بالماء الدافئ ( 40-45 درجة مئوية ) لأنها تحتوى على كمية معينة من السكر ثم يضاف ماء الغسيل إلى العصير الرائق . وبعد عملية الغسيل تفتح الإطارات وتنظف الأقمشة من المواد المترسبة ومن ثم ترسل إلى الغسالات لتنظيفها واستعمالها مرة أخرى .

#### 4.11.3.1. عملية الكربنة الثانية: Second carbonation Proccss:

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

1 - تحويل بقايا هيدروكسيد الكالسيوم المذاب فى العصير بعد الكربنة الأولى إلى



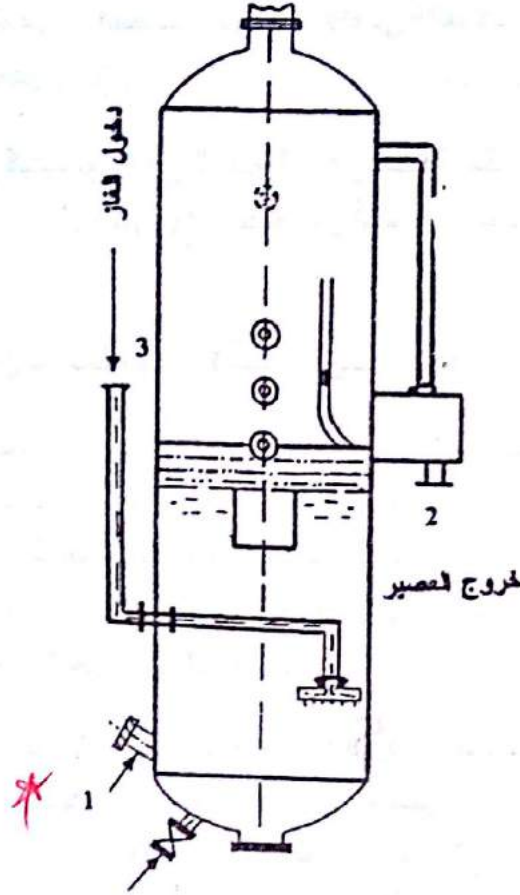
2 - تحويل باقى الهيدروكسيدات القلوية الذائبة خاصة هيدروكسيد البوتاسيوم إلى كربونات



ويحتوى عصير البنجر على قلوية طبيعية ترتبط بنوعية البنجر ويكون مصدر هذه الأملاح القلوية هو التربة وتنتقل هذه الأملاح القلوية لجذور البنجر



أثناء نموها وتجرى عملية الكربنة الثانية في أبراج يدخل إليها من أسفل كل من الغاز والعصير.



( شكل 10.1 ) مرجل الكربنة الثانية بغاز  $CO_2$  مدخل العصير

وبعد تمام الكربنة الثانية يتم سحب العصير إلى وحدتي ترشيح لإتمام عملية الترشيح ( انظر شكل 17.1 عن خط سير العمليات الصناعية في أحد مصانع إنتاج السكر من البنجر ) وفصل كافة البقايا الصلبة خاصة بعد عملية الكربنة الثانية ( شكل 10.1 ) .

### 12.3.1. التبادل الأيوني Ion exchange

قد تستعمل المبادلات الأيونية في صناعة السكر بعد عمليات التنقية والترويق والإشباع حيث يحتوى العصير المخفف على نسبة زائدة من أيونات الكالسيوم التي تسبب مشاكل في وحدات التبخر والطبخ وإنتاج المولاس . ويعبأ المبادل الأيوني براتنجات قد تحمل مجاميع حامضية كـ 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 والبيوتاسيوم ، وتزيل راتنجات التبادل الأيوني السالب الأيونات السالبة كالكلوريد والكبريتات... الخ .

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

### 13.3.1. قصر اللون بواسطة ثنائي 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 عصير البنجر السكري على طبيعة البنجر وجودته وكيفية سير المعالجات الكيميائية والفيزيائية . وحقيقة تبدأ عملية إزالة الألوان في أجهزة التبادل الأيوني وتستكمل باستخدام غاز  $SO_2$  ( انظر شكل 17.1 ) .

تجرى عملية إزالة 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 كبريتات الكالسيوم الذائب والذي يؤدي لتكوين رواسب على مراحل التبخير لذا ينصح بإجراء عمليتي التبادل الأيوني لإزالة أيونات الكالسيوم ثم قصر اللون بثنائي أكسيد الكبريت .

### 14.3.1. تبخير الماء من العصير الرائق لتركيزه

بعد إنجاز عمليات الإستخلاص والتنقية والترويق والكربنة يكون تركيز عصير البنجر المخفف في حدود من 12 الى 15% بمتوسط حوالي 14% مع درجة نقاوة تتراوح بين 92 إلى 94% . ويكون لونه في الظروف الطبيعية أصفر فاتح رائق . ولبدء الحصول على بلورات السكر يجب زيادة تركيز العصير إلى حوالي 65 بركس ويحتاج ذلك لتبخير كميات كبيرة من الماء من العصير . ولحساب كمية الماء اللازم تبخيرها من العصير لمعرفة أهمية ارتفاع كفاءة المبخرات إلى أقصى حد ممكن لإنجاز العملية في وقت معقول نفترض المثال التالي :



إذا افترضنا ان مقدار مايستهلكه المصنع حوالى 1500 طن من البنجر يومياً  
يصبح مقدار العصير الخام الناتج بعد كافة العمليات السابق الإشارة إليها بما فيها  
غسيل راسب المرشحات بالماء النقى حوالى  $1500 \times \frac{130}{100} = 1950$  طن  
بمتوسط تركيز حوالى 14 بر كس . وللحصول على عصير مركز بتركيز  
حوالى 65 بر كس يمكن حساب الماء اللازم تبخيرها من المعادلة :

كمية عصير بعد الخسارة  
كمية الماء اللازمة تبخيرها  
اللازم تبخيرها

$$W = J \left[ 1 - \frac{S_j}{S_c} \right]$$

بركس خام  
بركس مطهر

حيث W = كمية الماء اللازمة تبخيرها من العصير

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

$$S_j = \% \text{ للمواد الصلبة فى العصير المخفف (حوالى 14\%)}$$

$$S_c = \% \text{ للمواد الصلبة فى العصير المركز ( 65 \% )}$$

وبالتعويض بالقيم السابقة فى المعادلة :

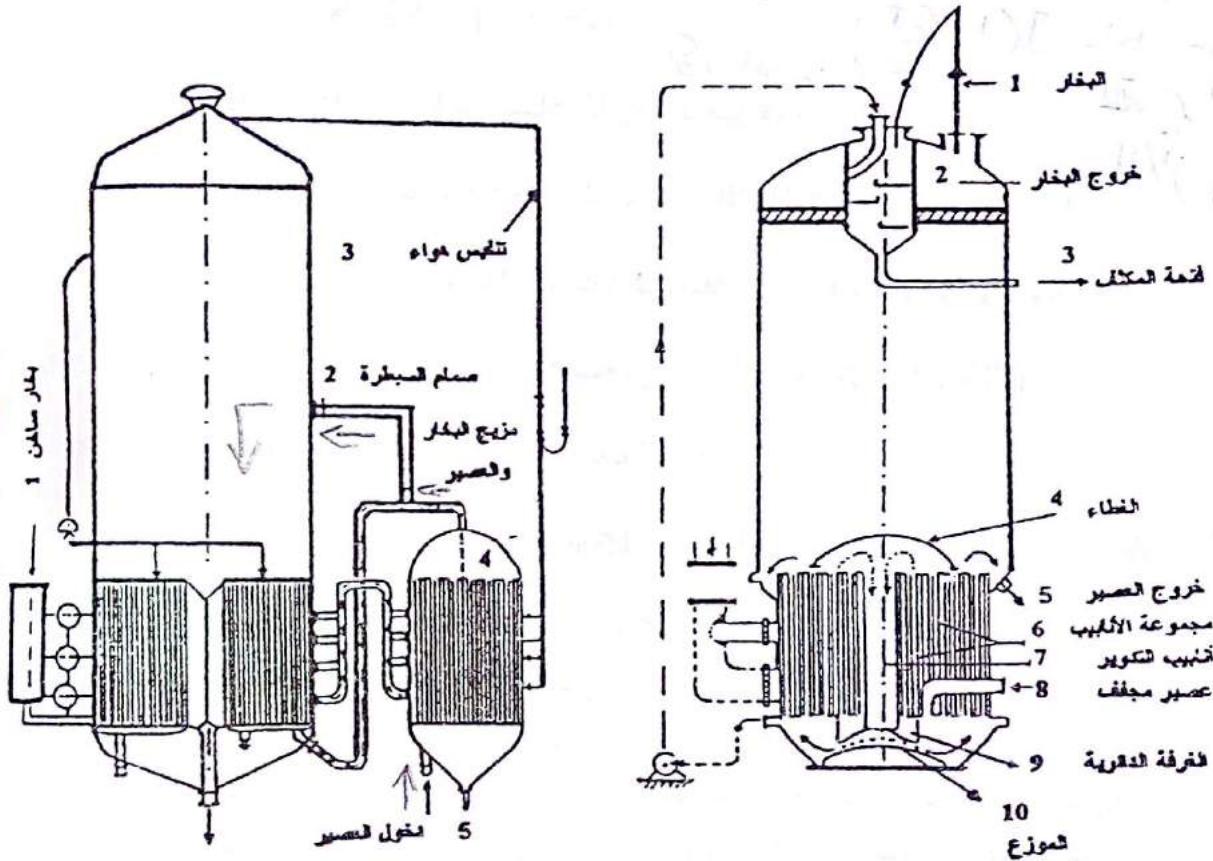
$$W = 1950 \left[ 1 - \left( \frac{14}{65} \right) \right] = 1530 \text{ Tons}$$

ولتبخير كمية من الماء مقدارها 1530 طن يحتاج المصنع إلى مبخرات  
بمستوى كفاءة عالى يمكنها تبخير هذه الكمية مع الإقتصاد فى الطاقة الحرارية  
اللازمة لذلك . ولتبخير هذا القدر من الماء فى المبخرات تتم عادة هذه العملية  
على عدة مراحل تبدأ فى المبخر الأول بالبخر القادم من وحدة الطاقة المركزيه  
على حوالى 130 درجة مئوية ثم يسخن المبخر الثانى بالبخر الخارج من  
المبخر الأول ويسخن المبخر الثالث بالبخر القادم من المبخر الثانى وهكذا  
تتوالى العملية حتى تصل درجة الحرارة فى المبخر الأخير إلى حوالى 70  
درجة مئوية ويسمح التفريغ فى هذا المبخر بتبخير ماء العصير المركز على  
هذه الدرجة من الحرارة .

### 15.3.1. تصميم المبخرات

توضح الأشكال ( 11.1 ، 12.1 ، 13.1 ) ثلاث تصميمات مختلفة  
للمبخرات حيث يمثل الشكل ( 11.1 ) نموذجاً من مبخرات السير المباشر التى  
تعتمد على عدم مزج العصير المخفف مع العصير المركز وتحتوى هذه

المبخرات على عدد كبير من أنابيب التبادل الحراري بين البخار الساخن والعصير لإسراع عملية تسخين العصير وتبخير ماءه في وقت مقبول .

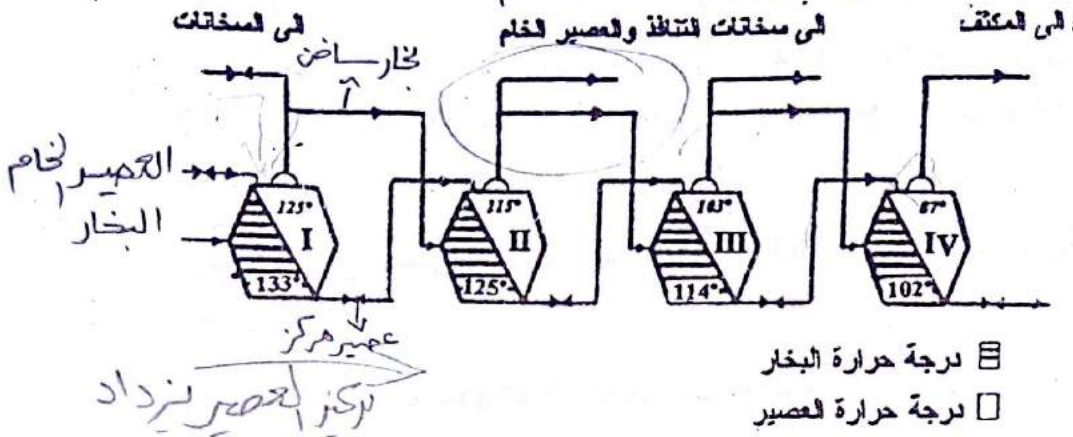


شكل (11.1) : مبخر السير المباشر شكل (12.1) : المبخر الثنائي (مبخر كلاسن)

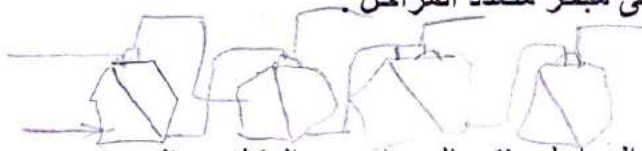
أما الشكل ( 12.1 ) فيمثل تصميمًا لمبخر يعرف بمبخر كلاسن وهو عبارة عن مبخرين مرتبطين ببعضهما ينتج من المبخر الجانبي الصغير مزيجًا من البخار والعصير الذي يدفع من تحت الغرفة الساخنة إلى المبخر الثاني الرئيسي . وعن طريق صمام في المبخر الكبير يمكن السيطرة على سرعة تدفق مزيج البخار والعصير (صمام السيطرة) وضبط درجات حرارة دخول العصير بعد التسخين الأولى في المبخر الأول (الصغير الحجم) حيث يتدفق العصير إلى المبخر الثاني (كبير الحجم) فينخفض الضغط على العصير ويزداد معدل التبخير .



## وجع بالرم / توزيخ درجات في البخار والعصير في مبخر متعدد المراحل



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



تشغيل المبخرات :

\* وتعمل عادة المبخرات متعددة المراحل بفتح الصمام بين المبخر الأخير

فيحدث هبوط للضغط وينخفض ثم تفتح صمامات تنفيس الهواء والغازات .

\* نتيجة التفريغ الحادث في المبخر الاول يسحب العصير وعندئذ يسمح بدخول البخار الساخن إلى غرفة التسخين بفتح صمام البخار الساخن في المبخر الأول .... وينتقل العصير إلى المبخرات التالية على أساس تركيز العصير في كل مبخر حيث يزداد تباعا في إتجاه المبخر الأخير .

\* عند وصول العصير المركز للتركيز المطلوب ( حوالي 65 برنس ) في المبخر الأخير يسحب منه بواسطة مضخة ..... ويؤدي سحب هذا الجزء من العصير المركز إلى إنخفاض الضغط في المبخر الأخير فيسحب بالتالي جزء من الشراب الأقل تركيزا من المبخر السابق له وهكذا تستمر العملية حتى 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 في المبخر الأول يكون ضغط البخار الساخن مترواحا بين 2.6 - 3.5 ضغط جوى ويكون متوسط درجة حرارته

حوالى 133 درجة مئوية وتنخفض درجة حرارة البخار الساخن فى المبخر الثانى لتصبح 125 درجة مئوية ثم فى الثالث 114 درجة مئوية وفى الرابع 102 درجة مئوية أما درجة حرارة العصير فتكون بالطبع أقل من درجة حرارة البخار فتكون المبخر الأول حوالى 125

درجة مئوية وتنخفض تدريجيا لتصبح 115 ، 103 ، 87 درجة مئوية ( فى المبخر الرابع )

### 16.3.1. إقتصاديات إستهلاك الطاقة فى مصانع السكر

1- يؤدى إرتباط المبخرات ببعضها للإستفادة القصوى من البخار الساخن المركزى الذى يدخل المبخر الأول . كما يمكن أيضا الإستفادة من بخار الماء الساخن المتبخر من العصير فى مختلف مراحل التبخير وفى عمليات التسخين فى العمليات الأخرى بالمصنع وذلك للإقتصاد فى إستهلاك الطاقة بالمصنع .

2- ويمكن بوجه عام توفير الطاقة المستهلكة فى تشغيل مصانع السكر باتتباع الإرشادات التالية على سبيل المثال لا الحصر :

أ- إستغلال حرارة الماء المكثف فى وحدة التبخير من خلال المبادلات الحرارية فمثلا إذا سخن العصير الخام إلى درجة 35 درجة مئوية بواسطة حرارة الماء المتكثف يمكن توفير فى كمية البخار المستهلك بمقدار 60 كجم بخار/ طن من البنجر.

ج- إستغلال حرارة الماء الذى يستغل فى إستخلاص السكر بالإنتشار ( التنافذ )

د- منع تسرب الحرار بتغطية مواسير إنتقال البخار والمعدات بمواد عازلة للحرارة خاصة أن معظم مراحل إنتاج السكر من البنجر فى مصر تتم خلال فصل الشتاء .

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



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

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

### 17.3.1. مواصفات العصير المركز بعد التبخير

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

1.17.3.1- يجب ان تكون قيمة pH العصير المركز بعد التبخير في حدود 7.5 - 8.5 . حيث تؤدي زيادة رقم ال pH في إتجاه القاعدية إلى تكوين رغوة . وزيادة فترة الطبخ تؤدي بدورها إلى زيادة تكوين المواد الملونة في العصير مما يجعل الحصول على بلورات سكر نقية وبيضاء صعبا للغاية . أما عندما يكون ال pH حامضيا فإن ذلك يؤدي لتحلل السكروز وتكون السكريات الأحادية غير المرغوب تكوينها مع زيادة الفاقد .

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

3.17.3.1 - يتحتم أن يكون تركيز العصير بعد المبخرات من 60 إلى 65 بركس .

4.17.3.1 - يجب أن يكون العصير المركز راتقا وخاليا من المكونات الغروية.

## 18.3.1. الطبخ والتبلور Cooking and Crystallization

### 1.18.3.1. الطبخ

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

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

وتتكون مراحل الطبخ تحت تفريغ عادة من قسمين رئيسيين : غرفة التسخين . وتجرى عملية الطبخ عادة على ثلاث أنواع من العصير المركز وهى :

- 1 - العصير المركز الخام ( 65 بر كس ) القادم من وحدات التبخير ( أ )
- 2 - العصير المركز ( ب ) بعد فصل بللورات السكر من " أ " بأجهزة الطرد المركزي .

3- العصير الأخضر ( ج ) وهو الراشح الناتج بعد إعادة طبخ ( ب ) وفصل بللورات السكر منه . ويمكن تحديد سعة مراحل الطبخ من المثال التالى :

إذا ما كان إستهلاك المصنع حوالى 1500 طن من البنجر يوميا تنتج كميات من صور العصير المركز المشار إليها كما يلى :

\* كمية العصير المركز الخام " أ " تعادل حوالى 33 % من وزن البنجر المستهلك يوميا فى المصنع .

\* وتشكل كمية العصير المركز ( ب ) ( بعد فصل بللورات السكر من أ ) حوالى 15 % من وزن البنجر .

\* أما كمية العصير الأخضر ( ج ) فتتمثل حوالى 6.5 % من وزن البنجر . وبذلك تكون سعة مراحل الطبخ اللازمة للعصير المركز البكر ( أ ) حوالى

$$1500 \times (33/100) = 495 \text{ طن} / 24 \text{ ساعة}$$

أما سعة مراحل طبخ العصير المركز "ب" فتبلغ حوالى

$$1500 \times (15/100) = 225 \text{ طن} / 24 \text{ ساعة} .$$

وتبلغ سعة مراحل طبخ العصير الأخضر "ج" حوالى  $97.5 = 6.5/100 \times 1500$  طن/ 24 ساعة .

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

ويمكن تقسيم هذه الكمية على 3 مراحل سعة الواحد منها حوالى 40-45 طن .

أما العصير المركز (ب) فيستغرق طبخه فترة أطول من العصير المركز (أ) إذ يستغرق طبخه بين 8-10 ساعات بمتوسط تقريبي حوالى 9 ساعات فتكون



السعة المطلوبة لمراحل طبخ العصير المركز (ب)  $(9/24 \times 225)$  = حوالي 84 طن . ويمكن أيضاً تقسيمها على مرحلتين سعة الواحد منها حوالي 45 طن أيضاً .

أما العصير الأخضر (ج) فيحتاج لحوالي 16 ساعة للطبخ فتكون السعة المطلوبة للمراحل  $97.5 \times (16/24) = 65 = 65$  طن . ويمكن تقسيمها على مرحلتين سعة الواحد حوالي 35 طن .

ويجب توافر الشروط التالية أثناء عملية طبخ الصور المختلفة للعصير المركز المشار إليها سابقاً :

\* أن يكون العصير فوق المشبع أثناء الطبخ في حالة حركة مستمرة مع البلورات .

\* أن تكون درجة حرارة الطبخ مناسبة في حدود 80-85 درجة مئوية ... وتؤدي زيادة درجة الحرارة عن ذلك لتحلل السكروز وزيادة الفاقد وإعادة ظهور البلورات .

\* أن تتم عملية الطبخ تحت تفريغ بحيث يكون الضغط داخل مراحل الطبخ في حدود 600 مم زئبق .

\* يجب ألا يخفف العصير المركز أبداً أثناء الطبخ وأن يظل دائماً في حالة فوق التشبع وأن تكون درجة فوق التشبع بين 1.2 إلى 1.33 .

\* أن تكون لزوجة العصير أقل ما يمكن لتسمح بسهولة تكوين البلورات بعد ذلك .

### 2.18.3.1 - التبلور

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

#### الوصول لحالة فوق التشبع Super saturation

#### تكوين الأنوية البلورية

#### نمو الأنوية إلى بلورات

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 البلورات بإضافة بلورات سكر ناعمة تعرف بالبذرة **Seedling** مع إجراء عملية تبريد ، ذلك لأنه في المحلول المشبع الذي لا تضاف إليه بلورات يكون تأثير التبريد سريعاً وفي هذه الحالة لا يمكن السيطرة على عملية تكوين الأنوية ونموها بالمعدلات المرغوبة .

ويمكن التعبير عن درجة فوق التشبع بالعلاقة التالية:

$$S = C/C1 \quad \text{حيث } S = \text{درجة فوق التشبع}$$

$$C = \text{تركيز المحلول السكري}$$

$$C1 = \text{تركيز المحلول المشبع عند نفس درجة الحرارة}$$

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 على قابلية المحلول لتكوين بللورات . وتعتبر درجة فوق التشبع مقياساً 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 فمثلاً عند 80 درجة مئوية يذوب 3.8 جم من السكر في 1 جم من الماء وبانخفاض درجة الحرارة إلى 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 ما تم تبريد محلول سكري مشبع عند 80 درجة مئوية إلى 20 درجة مئوية على سبيل المثال ( من الجدول السابق ) يمكن بللورة حوالي ( 2.01 - 3.8 ) جم من السكر وتكون درجة فوق التشبع  $1.89 = 3.8/2.01$  .

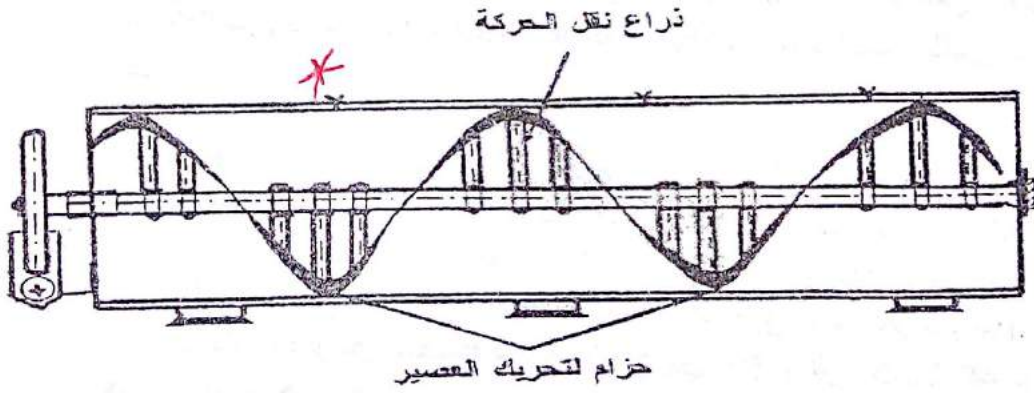


وتؤثر على عملية بلورة السكر في محاليله فوق المشبعة عدة عوامل أهمها وجود مواد غريبة قد تعيق عملية التبلور مثل وجود مادة الكراميل الملونة والتي تتكون أثناء تركيز وتبخير المحلول السكري ، درجة الحرارة ، درجة فوق التشبع ، اللزوجة وتؤثر هذه العوامل منفردة أو مجتمعة على عملية الذوبان وبالتالي تؤثر على تكوين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

### 3.18.3.1- أحواض التبلور

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

حتى يتم الذوبان وتكوين البلورات وتكوين الذوبان والبلورات . ويوضح الشكل (14.1) تصميماً لحوض من أحواض التبلور حيث يحتوي الحوض على حزام لرج وتحريك العصير المركز فوق المشبع بطريقة تموجية تساعد على تكوين البلورات .



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

وتوجد في مصانع السكر 3 أنواع من أحواض التبلور والتبريد :

أ- أحواض تبريد وتبلور العصير المركز الخام (أ) وتستغرق عملية التبلور في هذه الأحواض من 2-3 ساعات

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

ج- أحواض تبريد العصير الأخضر (ج) المطبوخ . وتستغرق عملية التبلور في هذه الأحواض حوالي 70 ساعة .

#### 4.18.3.1- فصل بللورات السكر:

يتم فصل بللورات السكر من محاليله فوق المشبعة بسحبها من أحواض التبريد والتبلور إلى أجهزة الطرد المركزي Centrifuges . وتغسل بللورات السكر المتجمعة على جوانب منخل جهاز الطرد المركزي بالعصير المركز أو الماء الساخن أو البخار ويعرف هذا المحلول السكري بالراشح الأبيض . وتعتمد فترة دوران الجهاز على طبيعة بللورات السكر .

أما العصير السكري الخارج من أجهزة الطرد المركزي بعد فصل بللورات السكر فيعاد طبخه على درجة 80 درجة مئوية حتى يصل ثانياً لدرجة فوق التشبع  $(S = 1.25 - 1.30)$  ثم يبرد العصير المركز ( ب ) في أحواض التبلور مع المزج لفترة تتراوح بين 6 - 8 ساعات وحتى تصل درجة الحرارة إلى 50 - 60 درجة مئوية فيطرد مركزياً لفصل بللورات السكر منه .

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

#### 5.18.3.1. أجهزة الطرد المركزي

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

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



فإذا عدنا للمثال السابق المفترض فيه أن المصنع يستهلك 1500 طن من البنجر يوميا وكانت كمية العصير المركز (أ) 495 طن عند الطبخ يفقد حوالي 8% فتصبح كميته حوالي 455 طن ويتم فصل بللورات السكر من هذا العصير المركز المطبوخ (أ) يستغرق عملية فصل بللورات السكر أقل من 5 دقائق في جهاز الطرد المركزي فتكون عدد مرات الطرد المركزي في الساعة حوالي 12 مرة . وعادة ما تكون سعة جهاز الطرد المركزي حوالي 0.5 طن فتكون عدد أجهزة الطرد المركزي المطلوبة لإنتاج السكر الأبيض من العصير فوق المشبع (أ) =

455

سعة الوحدة (0.5 طن) × 12 مرة في الساعة × 22 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 من العصير الأخضر (ج) فوق المشبع ولذلك تكون عدد مرات تشغيل جهاز الطرد المركزي في الساعة 4 مرات فقط بدلاً من 12 مرة في حالة العصير فوق المشبع (أ).

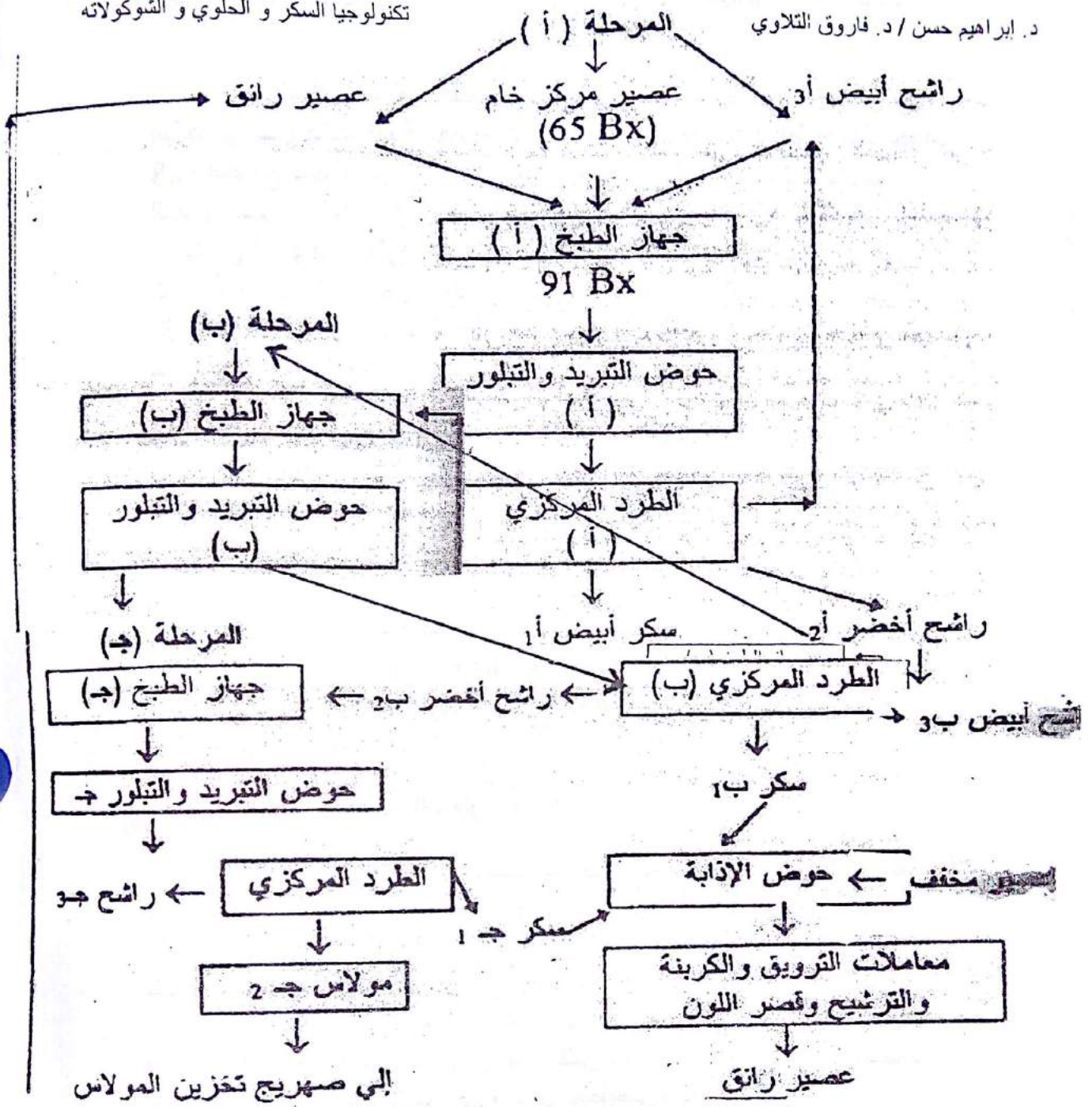
### 1. 19.3. إنتاج السكر الأبيض

يمكن الحصول على السكر الأبيض في صورته التي يسوق عليها بعدة طرق مختلفة فقد يتم إنتاجه على مرحلتين أو ثلاث أو أربعة مراحل . ومن أكثر الطرق شيوعاً هي طريقة إنتاجه على ثلاثة مراحل وفيها يتم الحصول على كميات جيدة من السكر الأبيض بدرجة نقاوة عالية أما المولاس الناتج فتكون نقاوته منخفضة . وتتم عملية طبخ السكر على 3 مراحل مع إجراء عمليات تنقية إضافية على السكر الناتج من المرحلتين ب ، ج ، وفيما يلي شرح مبسط لكيفية إنتاج السكر على 3 مراحل ( شكل تخطيطي رقم 15.1 ) .

\* في المرحلة "أ" يطبخ كل من العصير المركز الخام ( 65 بركس ) القادم من وحدات التبخير ( أ ) ، والمسكوييت ( الراشح ) الأبيض الناتج عن إستخلاص السكر المترسب على جدر جهاز الطرد المركزي بالماء أو بالبخار الساخن ، والعصير الرائق الذي يتكون من العصير المركز ( ب ) والعصير الأخضر ( ج ) 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 .

علل / يبلغ تركيز العصير الخام في مرحلة أ 65 بركس  
إلا أنه عند دخوله عملية الطبخ يصبح  
62 بركس





شكل (15.1) : رسم تخطيطي لإنتاج السكر الأبيض بثلاثة مراحل  
س/م/ك/ب/أ

\*ويطبخ في المرحلة "ب" كل من المسكوبيت (الراشح) الأخضر (2) والراشح الأبيض (3) الناتج بعد فصل بلورات السكر في المرحلة (ب) ومحلول السكر (ج). والسكر الناتج من المرحلة (ب) تعاد إذابته في عصير البنجر الرائق ثم يضاف إليه محلول الجير المطفأ حتى تصل قاعدية العصير مقدرة كأكسيد كالسيوم 0.3 % ، ثم يترك العصير القاعدي لفترة 15-20 دقيقة على 80 درجة مئوية ، ثم تجرى عملية الكربنة بغاز ثاني أكسيد الكربون لإزالة



الجير الزائد غير المتفاعل وحتى تصل القاعدية إلى 0.02% كأكسيد كالسيوم .  
ويسمى هذا العصير بالعصير الرائق ويرسل إلى مراحل الطبخ ( أ ) .

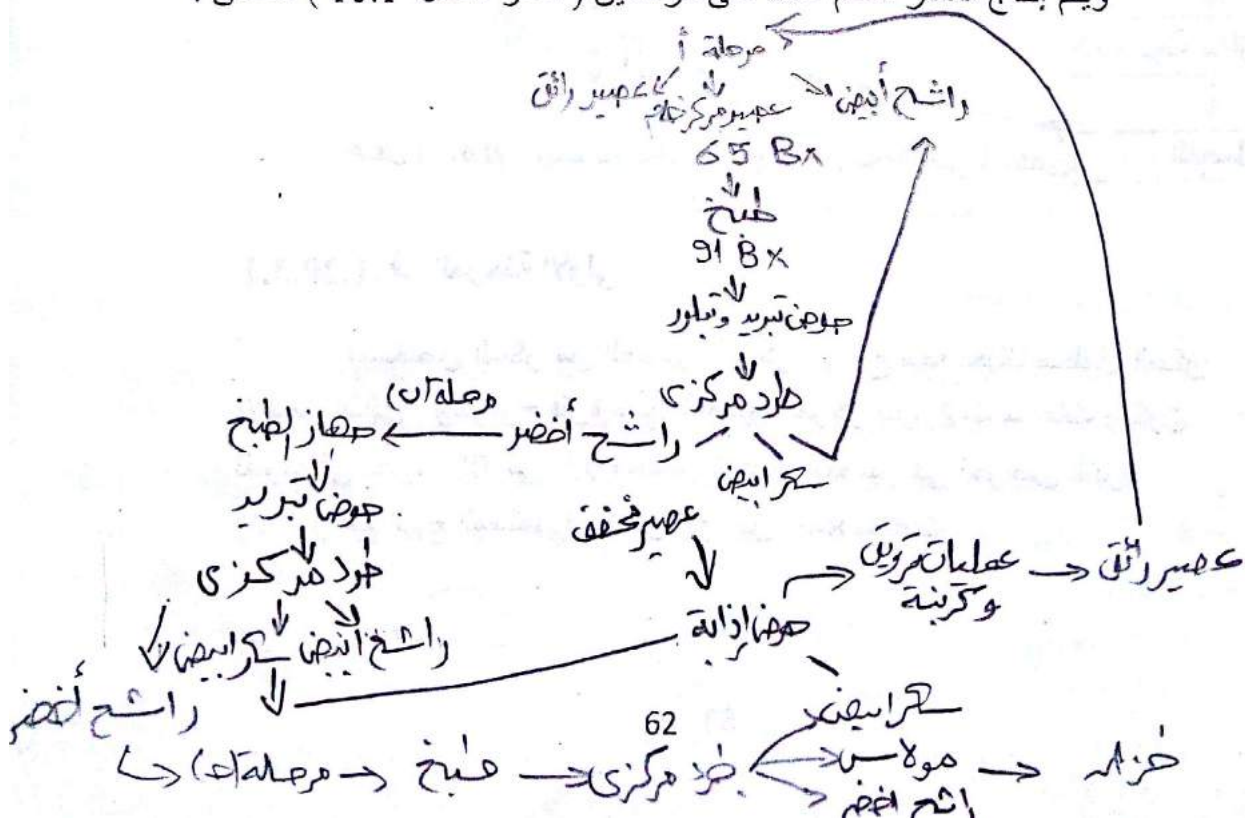
\* أما في المرحلة الثالثة (ج) فيطبخ العصير الأخضر (ج) وتفصل بللوراته ويرسل المولاس (الراشح) إلى وحدة تخزين المولاس (شكل 17.1 خط سير العمليات الصناعية في مصنع السكر) . وبللورات السكر الناتجة في هذه المرحلة تكون بنية اللون وترسل إلى حوض الإذابة حيث تذاب في الراشح الأخضر الناتج من ( ب ) ، ويرسل المحلول المكون من مزيج من بللورات السكر ( ب ، ج ) وتذاب هذه البللورات مرة أخرى وتجري على العصير الناتج منها عمليات الترويق والكربنة وقصر اللون ثم يضخ العصير الرائق إلى جهاز الطبخ ( أ ) .

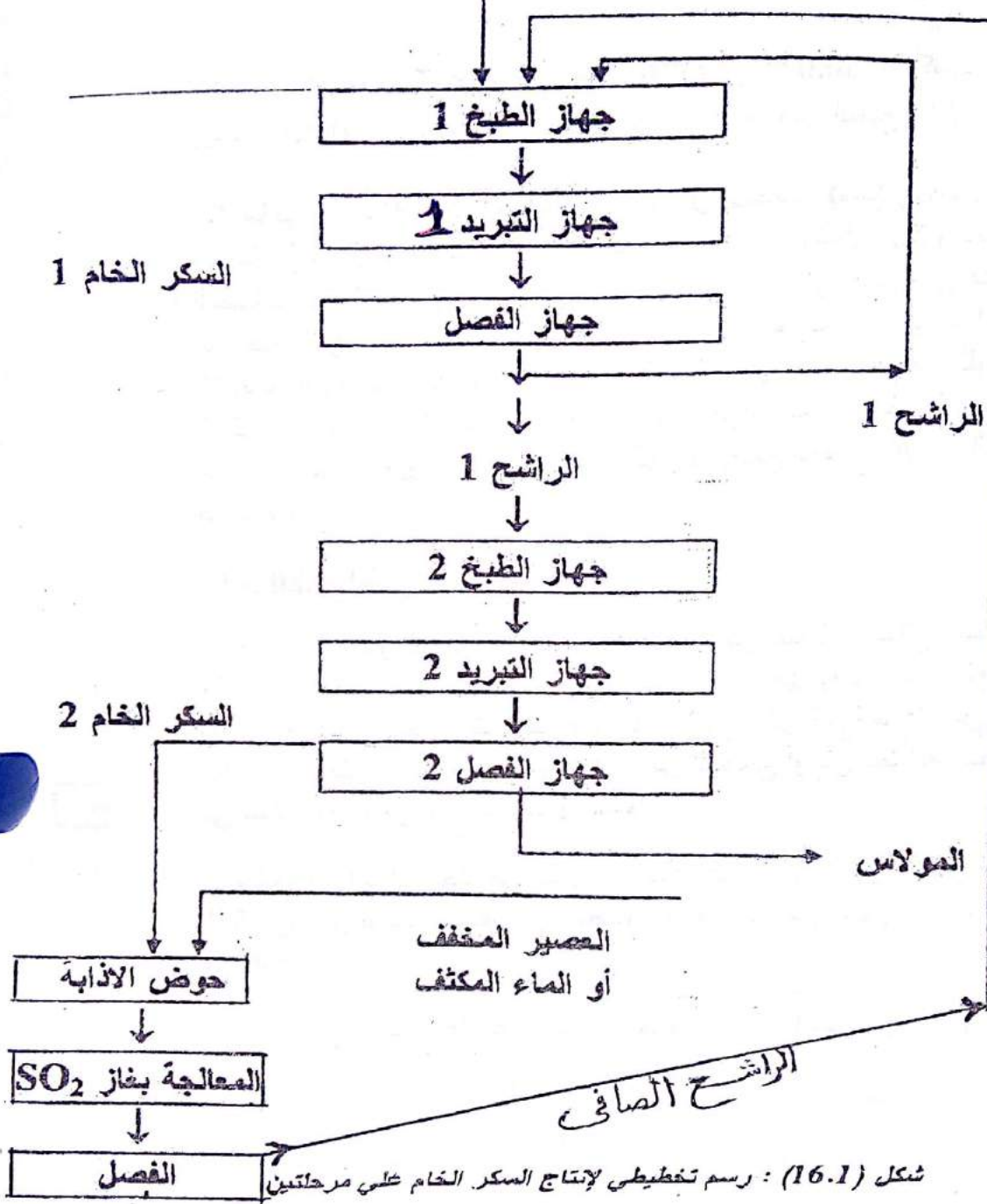
### 1.20.3.1. إنتاج السكر الخام

عادة لا تتجاوز فترة إنتاج البنجر واستهلاكه في تشغيل مصانع السكر في كثير من الدول المنتجة له عن 90 يوما لذلك يتم تشغيل بعض المصانع بالطاقة الإنتاجية القصوى 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 على مدار العام .

وبللورات السكر الخام هي بللورات السكر المستخلصة من عصير البنجر الداكن ويعزى لونها الأصفر إلى التصاق طبقة رقيقة من عصير السكر على بللوراته .

ويتم إنتاج السكر الخام عادة على مرحلتين ( انظر الشكل 16.1 ) كالتالي :





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

### 1.20.3.1. 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 إلى 93 وحدة، ثم يبرد العصير في أحواض التبريد والتبلور مع الرج المستمر لمدة تتراوح بين 6-8 ساعات .



أما في حالة استعمال 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 لا يتجاوز 4 دقائق

### 2.20.3.1. 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 إلى 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	% للسكر	% 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 .

### 21.3.1 - تجفيف السكر وتعبأته:

1- يجب تجفيف السكر الأبيض بحيث لا تتجاوز 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 .

ب - تتم عادة تعبئة السكر أوتوماتيكيا في أجرة سعة 50-100 كيلو جرام مبطنة من الداخل بالبولي ايثيلين لمنع تسرب الرطوبة

ج - قد يتم تنظيف السكر قبل تعبئته من الدقائق الناعمة التي تسمى غبار السكر كما قد يتم تصنيف السكر طبقا لحجم بلوراته بإمراره من خلال مناخل ذات ثقب مختلفة الأقطار ، تصنف بلورات السكر إلى بلورات 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 .

مهم  
صناعة السكر بالبندقية





## 22.3.1- أنواع السكر

## 1.22.3.1 - سكر متبلور Granulated ويوجد منه عدة أنواع :

1- سكر متبلور نقي Mineral water : يعتبر أنقى درجات السكر المتاحة تجارياً من حيث اللون وقلة محتواه من الرماد.

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

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

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

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

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

3.22.3.1 - سكر البودرة أو الثلجي : ينتج السكر الثلجي ( Icing sugar ) يطحن السكر المتبلور ويفضل إجراء الطحن مرتين للحصول على أعلى درجة جودة وعادة ما تضاف مواد لمنع التكتل Anticaking .

4.22.3.1 - السكر السائل Liquid sugars : وتصل نسبة السكر في المحلول حوالي 75% حتى لا تحدث مشاكل ميكروبيولوجية ومن أهم مميزاته سهولة وسرعة إستخدامه ويعيبه زيادة وزنه وصعوبة تركيزه .

5.22.3.1 - السكر البنى Brown sugars : ويوجد منه نوعين ويتميز بنكهة طيبة ويتم استخدامه في بعض أنواع الحلوى إلا أنه يعيبه تباين درجة جودته .

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



## الباب الثاني

# إنتاج بذور الكاكاو وصناعة الشوكولاتة

## 1.2. إنتاج بذور الكاكاو وصناعة الشوكولاتة

### 1.1.2 مقدمة :

عرفت منتجات الكاكاو أولا في أمريكا الوسطى ( فنزويلا ، جامايكا ، كولومبيا ، كاركاس ) ..... وحتى عام 1800م كان المنتج الرئيسي لها هو مشروب الشوكولاتة وهو مشروب دهني يعد من بذور الكاكاو الكاملة والسكر والتوابل .

وفي عام 1828م اخترع *Van Houten* طريقة الضغط على بذور الكاكاو لازالة جزء من الدهن ثم طحن البذور منزوعة الدهن جزئيا لتصبح مسحوقا به 23 % دهن وأدت تلك العمليات التصنيعية لسهولة إعداد مشروب الكاكاو كما أصبحت عملية هضمه أيسر ، وفي نفس الوقت إستخدم دهن الكاكاو المنفصل عن تلك المعاملة ( يطلق عليه أيضا زبدة الكاكاو Cocoa butter ) في إنتاج شوكولاتة سائلة سهلة التشكيل والانتشار فاستخدمت في تغطية منتجات عديدة من أصناف الحلوى المختلفة .

وفي إنجلترا عام 1840م صنع *Fry and later Cadbury* منتج أطلق عليه اسم chocolate bars وحدث بعد ذلك تقدم هائل باختراع شوكولاتة البين Milk Chocolate بواسطة Daniel Peters في سويسرا عام 1876م بخلط مطحون بذور الكاكاو المقشورة مع السكر والمواد الصلبة للبين والناتج هو المكون الأساسي لصناعة الشوكولاتة .

وقد أنشأت شركة *Cadbury's Dairy Milk Chocolate* عام 1900م ثم إنتشرت هذه الصناعة بعد ذلك وتطورت صناعة الشوكولاتة ومنتجات الكاكاو تطورا هائلا وأنشأت مصانع عديدة في مختلف دول العالم . وقد أدى إختراع آلات تشكيل منتجات الشوكولاتة لخفض تكاليف الإنتاج

### 2.2. النبات، مناطق زراعته، حصاده :

يرجع أصل شجرة الكاكاو *Theobroma cocoa* إلى الغابات الإستوائية الكثيفة لمنطقة الأمازون حيث ينمو النبات هناك في ظروف شبه الظل Semishade - الدافئة ذات الرطوبة النسبية العالية. ويتكون جنس ال *Theobroma* من أكثر من 20 نوع ( Family : Sterculiaceae ) أهمها



تجاريا على وجه الإطلاق الـ *Theobroma cocoa* التي انتشرت أشجارها طبيعيا في أنحاء الغرب والشمال إلى غانا والمكسيك، وأخيراً لجزر الكاريبي.

ويوضح الجدول التالي حدود ومتوسط الإنتاج العالمي من بذور الكاكاو بالآلف طن متري خلال الأعوام من 1975 حتى 1995 ومن 2009 حتى 2011 م وفي بعض الدول المنتجة له.

جدول ( 1.2 ) : حدود ومتوسط إنتاج بذور الكاكاو بالآلف طن متري خلال الأعوام من 1975 حتى 1995 م. ومن 2009 حتى 2011 م

أفريقيا		الكاميرون		غانا		كويت دي فوار		أمريكا الوسطى والجنوبية		آسيا	
الحد الأدنى	الحد الأعلى	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الحد الأدنى	الحد الأعلى
82	198	159	418	181	545	115	241	162	405	9	100
117	281	227	558	34	74	32	290	252	580	33	22
متوسط الإنتاج العالمي	1045 - 848	متوسط جوارز الكاكاو	430	متوسط جوارز الكاكاو	100	متوسط جوارز الكاكاو	62	1341 - 1876	متوسط جوارز الكاكاو	1600	100

جدول (1.2) إنتاج بذور الكاكاو خلال الأعوام من 2009 حتى 2011

الدولة / السنة	2009	2010	2011
أفريقيا			
كاميرون	235,500	264,077	272,000
كويت دي فوار	1,223,153	1,301,347	1,559,441
غانا	710,638	632,037	700,020
نيجيريا	363,510	399,200	400,000
أمريكا الوسطى والجنوبية			
برازيل	218,487	235,389	248,524
كولومبيا	44,740	39,534	44,241
الإكوادور	120,582	132,100	224,163
المكسيك	24,000	20,000	21,388
آسيا			
ماليزيا	18,152	18,929	15,975

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

### 3.2 شجرة الكاكاو

تزرع أشجار الكاكاو في نطاق ضيق من خطوط الطول والعرض ويحتاج النبات في نموه إلى رطوبة نسبية عالية. وتتركز زراعة أشجار الكاكاو على جانبي خط الإستواء وكذلك بعض المناطق عند درجة 18 درجة بين الشمال والجنوب. وتتراوح درجة الحرارة المثلى لنمو الأشجار بين 18 - 32 درجة مئوية ويؤدي إنخفاض درجة الحرارة عن الحدود السابقة لنقص كبير في المحصول وتلف نسبة من أشجار الكاكاو وتتراوح الأمطار اللازمة لري أشجار الكاكاو بين 1500-2000مم في السنة. أما الرطوبة النسبية فتتراوح بين 80% - 70 - أثناء اليوم ويفضل أن تصل لدرجة التثبيح 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.

### 4.2 صناعة الكاكاو Cocoa Process

تبدأ صناعة الكاكاو منذ مرحلة جمع الثمار من الأشجار في مرحلة النضج الكاملة ثم إجراء المعاملات التصنيعية على بذور هذه الثمار بصورة سليمة تؤدي لإنتاج منتجات كاكاو عالية الجودة. ومما هو جدير بالذكر أن كلا من معاملي التخمير والتجفيف تؤثران بدرجة كبيرة على جودة منتجات الكاكاو حيث ترتبط نكهة الكاكاو أو الشوكولاتة ارتباطاً وثيقاً بمدى نجاح وتطبيق الأسس التكنولوجية لمعاملي التخمير والتجفيف.

#### 1.4.2 عملية التخمير Fermentation

- بعد قطع ثمار الكاكاو من الأشجار يتم استخراج البذور منها حيث تكون ملتصقة باللب.
- تنقل البذور إلى 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 تجنباً لعدم تجانس عمليات التخمير.



- لا تكون لبذور الكاكاو المستخرجة من الفلقة نكهة الشوكولاتة 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 إلى ارتفاع درجة حرارة البذور تلقائياً وتدرجياً إلى حوالي 50 درجة مئوية بفعل حرارة التنفس والخمائر والبكتيريا 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 أولاً: تنفس لا هوائي 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 الشوكولاتة Flavor precursors ، فقط ، بعد تحميصها – ويصل pH الفلقة إلى حوالي 5 – وتمتص الفلقة رطوبة فتحدث تغيرات في قوامها تجعلها سهلة السحق والطحن – كما يحدث أيضاً تغير في لون بذور الكاكاو فتتحول من اللون الرمادي المخضر grayish إلى اللون القرنفلي ثم خليط بين اللون القرنفلي والبني وأخيراً تتحول إلى اللون البني الغامق .

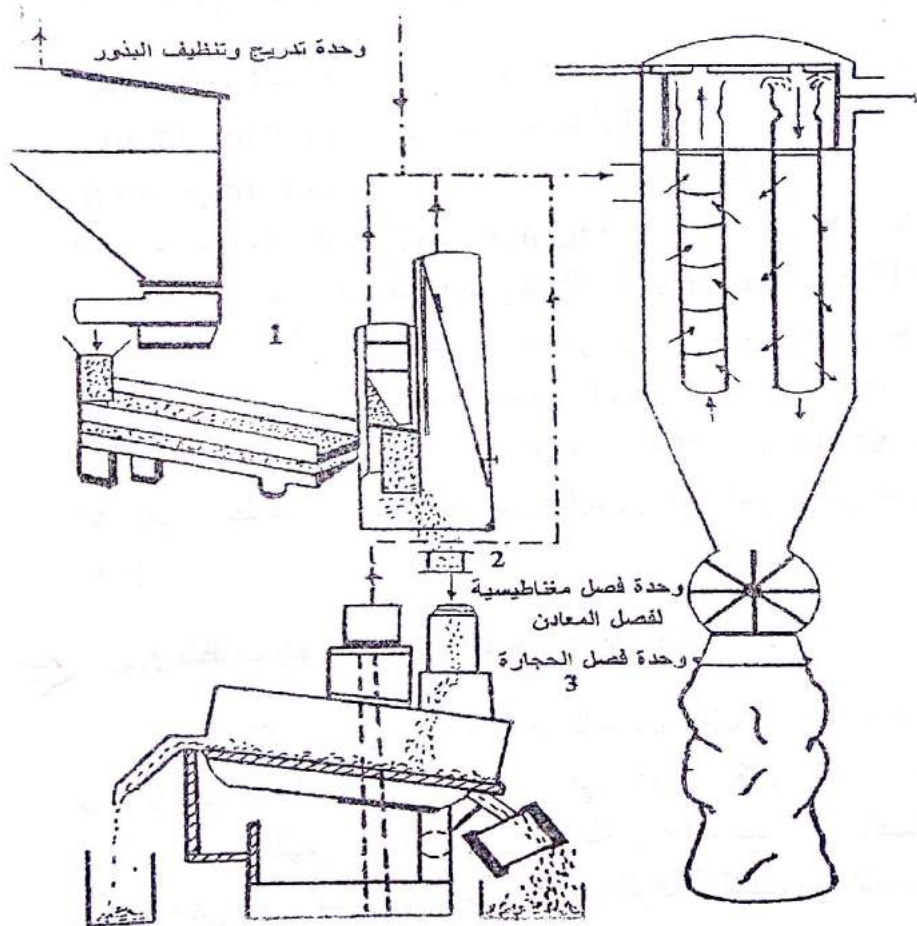
#### 2.4.2 تنظيف بذور الكاكاو Raw-bean cleaning

يجب أن تكون بذور الكاكاو المعدة للتصدير نظيفة .. إلا أنه غالباً ما يكون هناك كميات ضئيلة من الشوائب تتمثل في البذور المكسورة ، بقايا طينية وكذلك بقايا ألياف من أكياس التعبئة . وعادة ما تكون هناك نسب من الإصابات الحشرية في بذور الكاكاو ضئيلة جداً نظراً للرقابة الجيدة في بلاد المنشأ وفي مناطق تخزينها.

وعادة ما يتم تبخير كل البذور الواردة للمصنع كإجراء وقائي حتى لو كانت البذور قد تم تبخيرها من قبل في بلاد المنشأ ، مما قد ينجم عنه زيادة في الحدود القصوى لبقايا المبيدات الحشرية في هذه البذور . وعادة ما تستخدم أنواع من مواد التبخير المسموح بها كبروميد الإيثيل . وتحدد مواصفات الدول والمواصفات الدولية نسب العيوب في بذور الكاكاو وتقسم بناءً على نسب تلك

العيوب إلى درجات جودة كالدرجة الممتازة أو الأولى ، ثم الدرجات الأقل ويتحدد سعر بذور الكاكاو في الأسواق العالمية على 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 لإلتقاط الشوائب المعدنية بالإضافة لوحدة لإزالة الحجارة والمعادن الأخرى والأجسام الثقيلة باستخدام نظام الهواء المدفوع من أسفل Fluidized bed with air aspiration .



شكل ( 1.2 ) : تتابع عمليات تنظيف بذور الكاكاو



### 3.4.2 التجفيف والتحميص Drying & Roasting

سبق أن أشرنا إلى أنه أثناء عملية تخمير بذور الكاكاو تنشأ المركبات Flavor' precursors التي ستتجم عنها نكهة بذور الكاكاو بعد عمليتي التجفيف والتحميص .

ويعنى ذلك أن النكهة الحقيقية لبذور الكاكاو لا تنشأ إلا بعد عملية التحميص . وتعتبر عملية التحميص صورة من صور الطبخ ولو أنها طبخ جاف. (حيث غالباً ما يكون 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 دنثرة للبروتينات ، كما تتحطم كل السكريات الموجودة طبيعيا في بذور الكاكاو .
- 5- تفقد نسبة من الأحماض الطيارة والمركبات الأخرى الحامضية والمرة.
- 6- يتكون بتحميص بذور الكاكاو عدد كبير من المركبات الطيارة الألهيدية والكيثونية والـ Furans، والبيرازين والكحولات والإسترات. وتتأثر درجة ومعدل حدوث التغيرات السابق الإشارة إليها بزمان ودرجة حرارة التحميص وكذلك بمعدل الفقد في الرطوبة أثناء عملية التحميص . وتتباين أنواع وطرق التحميص باختلاف الآلات المستخدمة في هذه العملية ومواصفات المنتج المطلوب . وعادة ما تتم عملية التحميص على خطوتين :

### 1.3.4.2 عملية التجفيف

حيث يتم تعريض البذور للحرارة على درجة حرارة لا تزيد على 100 درجة مئوية مما يؤدي لتجفيف وتفكك القشرة الخارجية Shell ولا تؤثر درجات بهذا المستوى على الفلقة nib.

### 2.3.4.2 عملية التحميص

يعقب المعاملة الحرارية الابتدائية المستخدمة لتجفيف البذور معاملة أخرى على درجة حرارة أعلى من درجة حرارة مرحلة التجفيف الأولى وتترواح درجة الحرارة بين 125-130 درجة مئوية وقد تصل في بعض الأحيان إلى 150 درجة مئوية لزمن يتوقف على درجة الحرارة.

ويجب مراعاة الرطوبة النسبية في هواء وحدات التحميص للحصول على نكهة جيدة ومرغوبة للككاو ويمكن خفض الرطوبة النسبية تدريجياً مع نقص المحتوى الرطوبي للبذور.

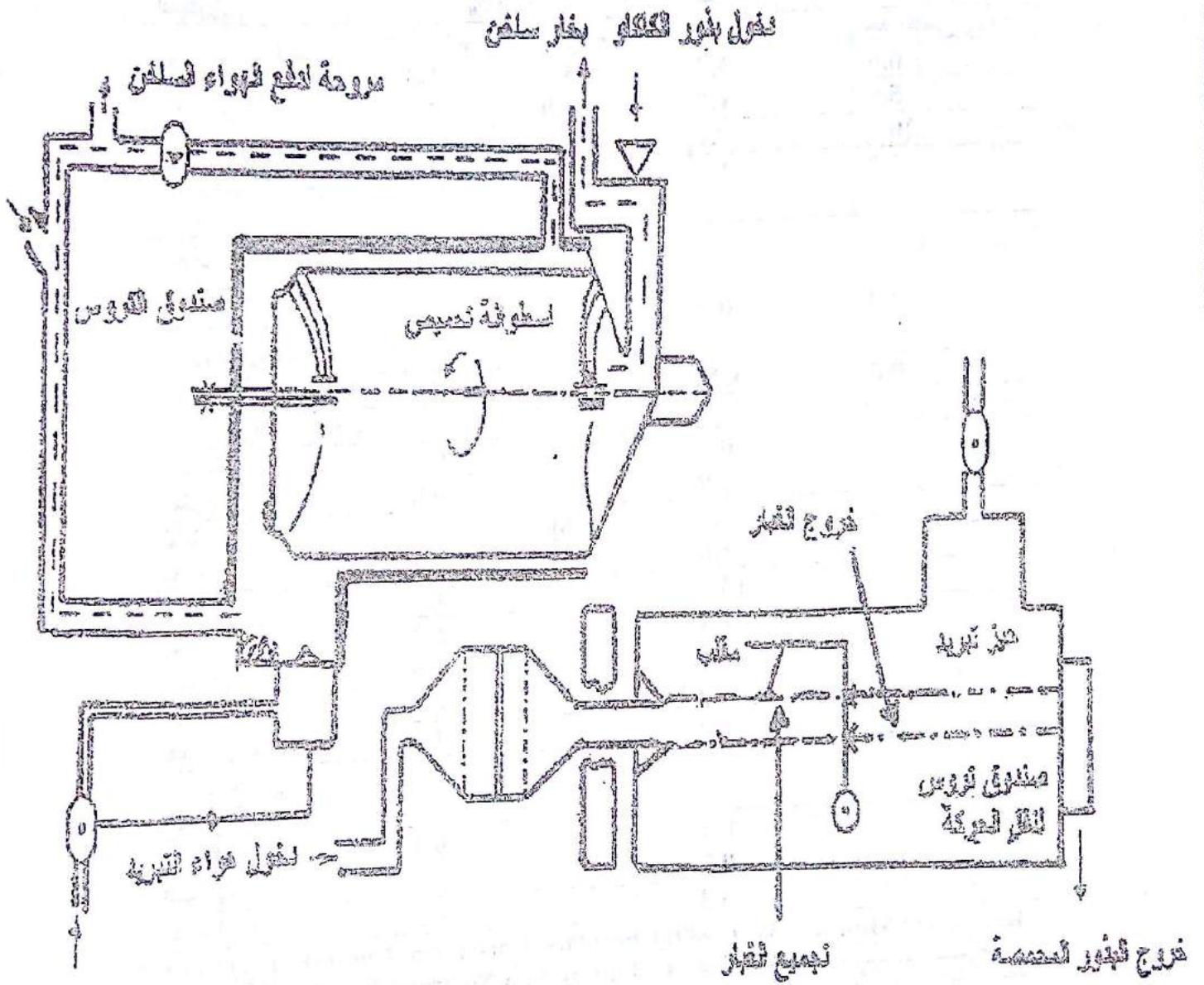
ويوضح جدول (2.2) الرطوبة النسبية المثلى في أجهزة التحميص وعلاقتها بالمحتوى الرطوبي لبذور الككاو.

جدول (2.2) : الرطوبة النسبية المناسبة (ERH) في وحدات تحميص بذور الككاو وعلاقتها بالمحتوى الرطوبي (MC) لبذور الككاو.

ERH	MC	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 أنه بعد إجراء عملية التحميص في الجزء العلوي من الوحدة يتم تبريد البذور ثم تمرر على غرابيل مثقبة ومتحركة حركة اهتزازية للتخلص من الغبار وشوائب التحميص ثم يتم تبريدها في المرحلة التالية.





شكل (2.2) : رسم تخطيطي لوحدة تجميخ بخور كاكاو حديثة

\*جدول رقم (3.2): التركيب الكيماوي لبذور الكاكاو

المكون	الفلقة % Nib	الفلقة %	الفلقة %
حد الأدنى	حد أقصى	حد الأدنى	حد أقصى
ماء H <sub>2</sub> O	2.3	3.2	6.6
دهن Fat	48.0	57.0	5.9
رماد Ash	2.6	4.2	20.7
النيتروجين الكلي T.N	2.2	2.5	3.2
النيتروجين البروتيني P.N	1.3	2.1	
الثيوبرومين Theobromine	0.8	1.3	0.9
الكافيين Caffeine	0.1	0.7	0.3
الكربوهيدرات :			
جلوكوز	0.1	0.1	
سكروز	0.0	0.0	
نشأ	6.5	9.0	5.2
بكتين	4.1	8.0	
سليولوز	1.9	13.7	
بننوزانات	1.2	7.1	
الصبوغ	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	
الأكسانثين	0.3	0.3	

Reference: Minifie B.W. (1989) Chocolate, Cocoa, and Confectionery; AVI  
Pub by Van Nostrand Reinhold .London

#### 4.4.2. تعقيم بذور الكاكاو Sterilization

من المعروف أن تأثير الحرارة الرطبة على الميكروبات أكبر بكثير من تأثير الحرارة الجافة ولذلك فإنخفاض أعداد الميكروبات على بذور الكاكاو بدرجة كبيرة تتم بسبب إجراء عملية التسخين تحت ظروف رطبة حيث يحقق رذاذ من الماء على 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 :  
لا توجد ، بكتريا الـ Salmonella : لا توجد ، جراثيم البكتريا الهوائية أقل من  
100 خلية/جم .

#### 5.4.2. المعاملة بالقلوى : Alkalization ←

تتم معاملة بذور الكاكاو الكاملة أو المقشورة أو العجينة أو المسحوق  
بمحلول قلوى غالبا ما يكون كربونات صوديوم أو بوتاسيوم لتغيير اللون إلى  
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 بالقلوى لمسحوق الكاكاو  
يفضل إستخدام مركبات الأمونيوم لسهولة إزالتها بالحرارة بعد ذلك . وكما أن  
للمعاملة بالقلوى تأثيرها على منتجات الكاكاو السابق الإشارة إليها فإنها لها  
أيضا تأثيرها على نكهة الكاكاو .

ومن أهم التفاعلات التي تحدث نتيجة المعاملة بالقلوى ما يلي :

\*معادلة الأحماض الحرة فقط ولا تحدث تصين .

\*حدوث تغير في مركبات البولي فينولات وتلاحظ تلك التغيرات بتغير اللون .

\*تحطيم نسبة من البروتينات .

\*إنتاج جزيئات الكاكاو .

\*رفع رقم الـ pH من 5.2 - 5.6 حتى 6.8 - 7.5

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

ويوضع الجدول ( 4.2 ) بعض التغيرات التي تحدث في بذور الكاكاو نتيجة  
معاملتها بتركيز 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 فلفلات	كمية الماء بالكجم/100 كجم فلفلات	% 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 إلى صعوبة توحيد صفات المنتج بعد المعاملة بالقلوي .

وتتم المعاملة بالقلوي على الفلفلات ( بذور الكاكاو المقشورة ) برش محلول القلوي الساخن على إسطوانات التحميص بعد تغطيتها بالفلفلات ثم تجفف الفلفلات بالقلوي ببطئ على 100 درجة مئوية أو أقل مما يؤدي لتطور وظهور اللون المرغوب .

#### 6.4.2. عملية الذر أو الغربلة (Winnowing (Cracking & Fanning)

تعتبر البذور المقشورة ( الفلفلات nib ) الجزء من البذور ذا القيمة التجارية ، أما القشرة الخارجية Shell فيمكن إعتبارها من المخلفات ولو أنه يمكن إستغلالها في بعض المنتجات لما تحتويه من نسبة ضئيلة من مكونات . لذلك تجري عملية فصل القشور عن الفلفلات اعتمادا على الإختلاف في كثافتيهما . ويتم فصل القشور عن الفلفلات بعملية مزدوجة وهي الغربلة sieving ثم

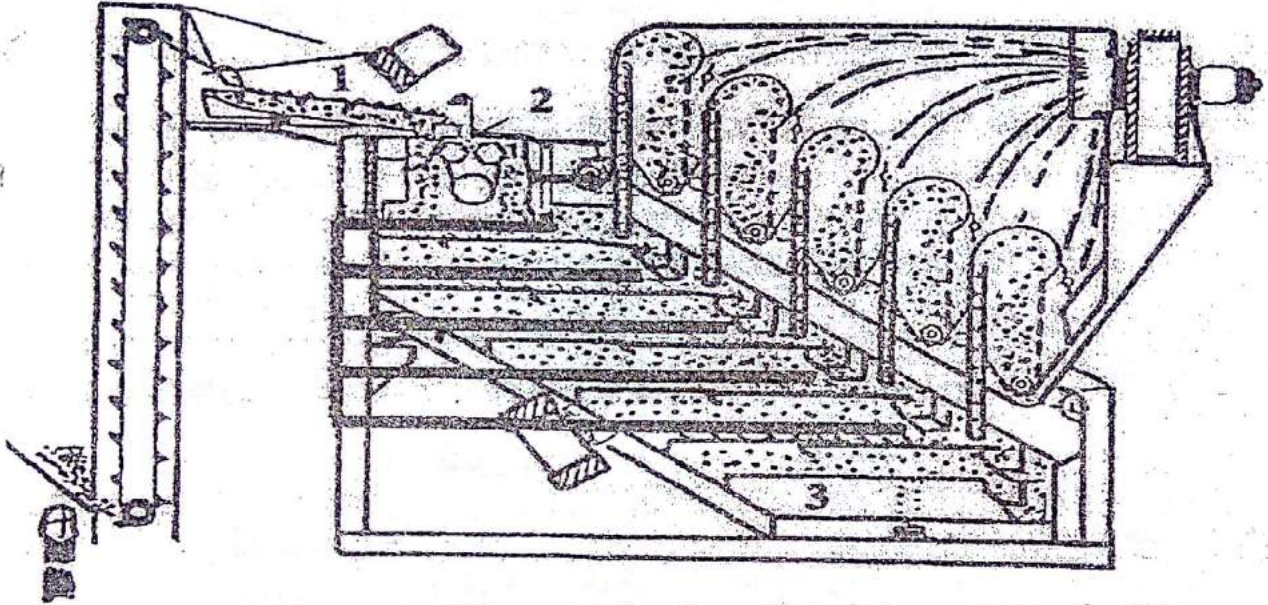
التنقية بالهواء Air elutriation

وتقاس كفاءة عملية الفصل بإمكانية فصل القشور كاملة الإمكان دون أية بقايا منها مرتبطة بالفلفلات . وتتكون بذرة الكاكاو ذات الـ 6.5% رطوبة من المكونات التالية:



الفلة Nib or Cotyledon وتبلغ نسبتها 87.1 % من بذور الكاكاو ، أما القشرة فتتمثل نسبتها 12% ، والجنين وتبلغ نسبته حوالي 0.9% ويتراوح المحتوى الرطوبي لقشور بذور الكاكاو الخام من 8 إلى 10% أما الفلقات فيتراوح محتواها الرطوبي بين 4 إلى 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 المكسور

2- إسطوانات ضاغطة لكسر القشور

3- مناخل هزازة مائلة وسحب القشور بالتفريغ الهوائي

تجري عملية فصل القشور من بذور الكاكاو المحمص كما يلي :

- يتم أولاً تفكيك القشرة الخارجية بعملية التحميص السابق الإشارة إليها

- يتم تكسير القشرة بضغط خفيف للمحافظة على القشرة في حالة شبه كاملة وكذلك الفلة ولتجنب التفتت وتكون جزيئات صغيرة وغبار من القشور والفلقات الذي قد يحدث إذا زاد الضغط أثناء عملية تهشيم القشرة .

- وتجرى عملية التهشيم باسطوانات 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 تدريجياً لأسفل.

تكون الغرابيل مائلة قليلاً لسهولة تجميع القشور في جانب الغرابيل ثم تشفط القشور بالتفريغ بالهواء Pneumatic suction .

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

ويوضح جدول (5.2) حدود نسب مكونات بذور الكاكاو المقشورة والأجزاء الأخرى 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 Shell 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	55.5-52.5	48.0-35.0	36.0-30.0	17.0-5.0	3.0-2.0
القشور Shell	1.5-0.2	-	-	-	-
الجنين Germ	1.5-0.1	-	-	-	-

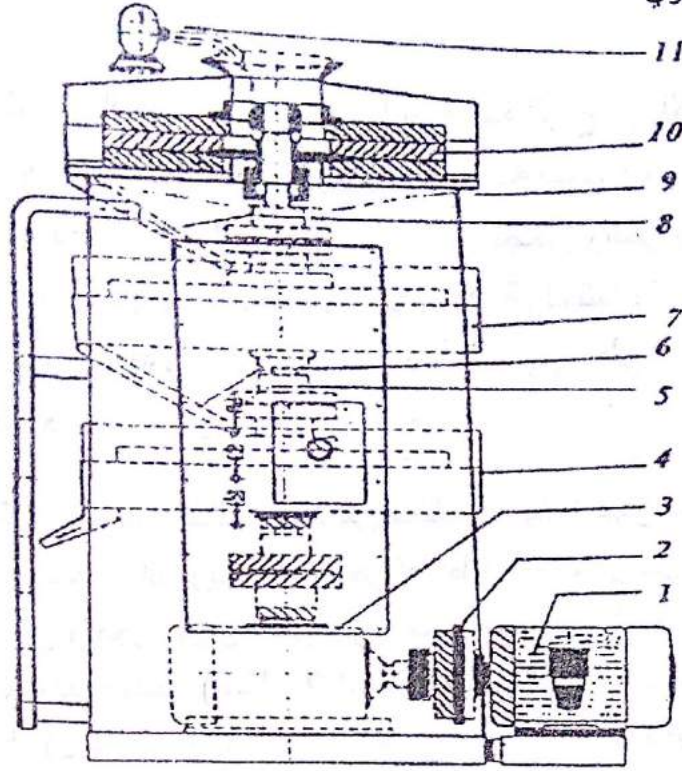
وتقاس كفاءة عملية فصل القشور عن الفلقات Winnowing بمدى خلو الفلقات من بقايا القشور والجنين ، فكلما قلت نسبتهم في الفلقات دل على كفاءة الأجهزة المستخدمة ولذلك تضاف في أجهزة الفصل وحدات لفصل الجنين .



يتم تحويل الفلقات إلى عجينة بواسطة عدة أنواع من الآلات . فللقلقات تركيب خلوي يحصر بداخله الدهن في صورته الصلبة ، وبعملية الطحن تتفجر الخلايا وتؤدي حرارة الاحتكاك الناتجة عن الطحن والحرارة المضافة بالتسخين لصهر الدهن ويقل حجم الجزيئات غير الدهنية وتختلط بالدهن فتصبح العجينة الناتجة أكثر سيولة بانصهار الدهن وتعتمد لزوجتها على درجة التحميص التي تسبق الطحن والمحتوى الرطوبي للقلقات .

وتتكون مطاحن الكاكاو غالبا من مطاحن حجارة عبارة عن ثلاثة أزواج من أقراص الحجارة الدائرية الأفقية يحركها إطار ، ويتكون كل زوج من حجر ثابت سفلى وحجر علوى متحرك وتتحكم المسافة بين الحجارة في دقة حجم الجزيئات بعد الطحن ( شكل 4.2 ) . وفي آلة طحن فلقات الكاكاو الموضحة في شكل (4.2) تتم تغذية الفلقات المكسورة أو 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 يسمى Aloxite stones تتميز بمقاومتها للتفتت وتبطن قنواتها الداخلية بالحديد .

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



شكل (4.2) : آلة لطحن فلفلات الكاكاو

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

#### 7.4.2. تصنيع عجينة الكاكاو Processing of Cocoa Liquor

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

##### 1.7.4.2. تسخين العجينة في طبقات رقيقة

##### Thin film roasting with air scrubbing .

حيث تفرد العجينة على صوانى وتسخن بالبخر أو قد يتم تسخين طبقات رقيقة من العجينة على سطح إسطوانات 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 على العجينة قبل إجراء تلك المعاملة ليساعد على تصاعد الأبخرة من العجينة حاملة معها مركبات الروائح والنكهات غير المرغوبة .

#### 2.7.4.2. المعاملة بالقلوى Alkalization

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

#### 3.7.4.2. كبس العجينة Liquor pressing

تعامل عجينة الكاكاو بضغط شديد لسحقها وتوحيد صفاتها وذلك باستخدام 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 تسهيب بدرجة أكبر للضغط أثناء عملية الكبس .

ويجب أن تتوفر الشروط التالية أثناء عملية الضغط :

أ- أن تتراوح درجة الحرارة بين 95-105 درجة مئوية .

ب- أن يكون المحتوى الرطوبي للعجينة من 1-1.5% عند تقديره بطريقة التقطير باستخدام التولوين كمذيب

ج - يفضل إجراء تجنيس جيد للعجينة قبل إجراء الضغط .

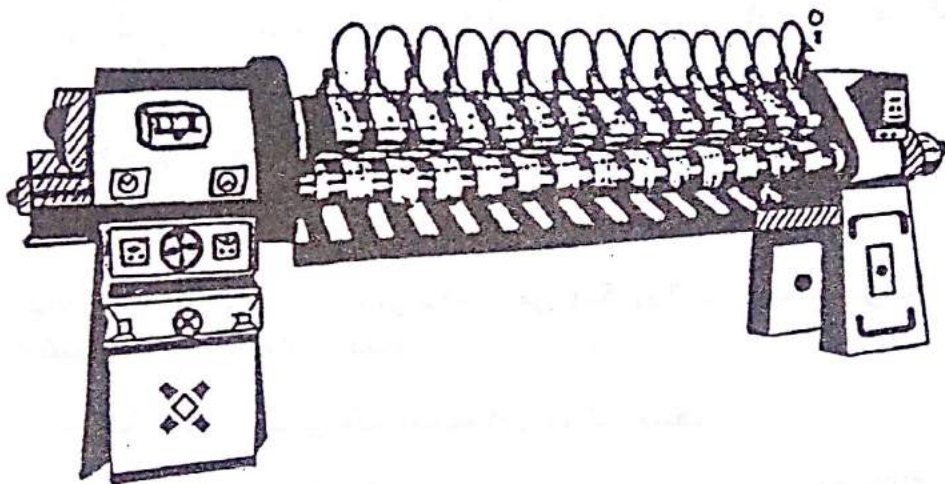
د - حجم الجسيمات Particle size : يجب أن يكون حجم جسيمات الكاكاو دقيقاً بدرجة كبيرة حيث يفضل أن تمر نسبة 98% من جزيئات الكاكاو من خلال غربيل عدد ثقبها 400 في البوصة المربعة ( 400 mesh ) تفضل هذه العجينة الناعمة في صناعة الشوكولاته أو الكاكاو فائق النعومة ، إلا أن الاستجابة للضغط تكون أكبر عندما تكون جزيئات العجينة أكثر خشونة بمرور 98% من جزيئات الكاكاو خلال غربيل عدد ثقبها 200 في البوصة المربعة .

وتتراوح الضغوط المستخدمة في المكابس من 2100-4200 كجم/سم

ويوضح شكل ( 5.2 ) قطاعاً 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 إلى حوالي 24% أما إذا استغرقت عملية الكبس حوالي 30 دقيقة تمتص نسبة الدهن في الكيك الناتج بعد الكبس إلى حوالي 12% فقط . وعند الكبس يقلل المكبس ويملاً أوتوماتيكياً

بالعجينة الساخنة تحت ضغط ، وأثناء عملية الملاء 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 المتبقى بعد الضغط حوالي 24% . ولإنقاص نسبة زبدة الكاكاو في الكيك وفصل كمية أكبر منها تخفض سرعة الكبس بحيث ينتج نفس المكبس السابق الإشارة إليه حوالي 550-700 كجم/ساعة من الكيك الذي يحتوى 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 على سير متحرك حيث تجرى عليها عملية التصنيع التالية وهي الطحن .



شكل (5.2) : مكبس لعجينة الكاكاو

ويمكن إجراء عملية الكبس على فلاقات الكاكاو المحمص مباشرة باستخدام المكابس الحلزونية Screw presses أو أجهزة البثق Extrusion . وتتم عملية الكبس بواسطة المكابس الحلزونية (شكل 6.2) بدفع فلاقات الكاكاو المحمص من خلال المكابس التي تتكون من أنبوبة اسطوانية من الصلب اسطوانية الشكل يدور داخلها حلزون دائري . وتوجد على طول الأنبوبة الإسطوانية ثقوب ضيقة يخرج من خلالها زبدة الكاكاو . حيث تتعرض الفلاقات التي تتحرك داخل المكبس لقوة تؤدي لتحطيمها ويزداد الضغط تدريجياً أثناء اندفاع الفلاقات المهمشة إلى مقدمة المكبس مما يؤدي لخروج الدهن من البذور من خلال الفتحات الضيقة على جدر الأنبوبة الاسطوانية وفي نفس الوقت تسحق الفلاقات حتى تتحول لكيك يخرج من خلال الفتحة الموجودة في نهاية المكبس ،



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

بعد انتاج الكيك من فلفلات الكاكاو وإنتاج زبدة الكاكاو يتم تحويل الكيك بمختلف أنواعه إلى مسحوق ناعم حيث كانت عملية الكبس قد أدت إلى تكوين جزينات دقيقة.

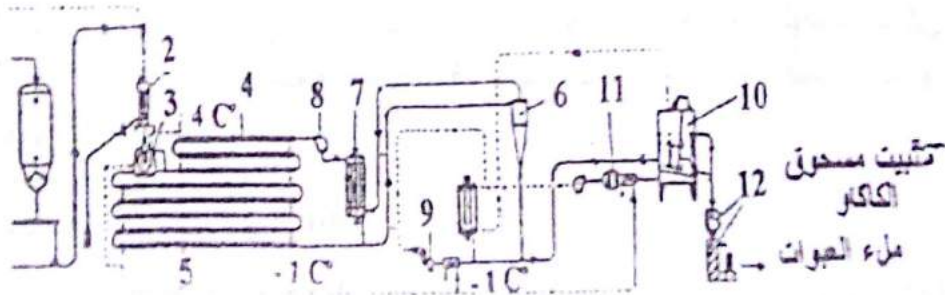
87

تكون جزئيات الكاكاو ناعمة أصلاً بعد عملية الطحن الأولى ، وتعتبر عملية الطحن الثانية عملية فك للتكتل الناجم عن الضغط الهيدروليكي مما يوضح أهمية عملية الطحن الأولى .

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 أخرى في صورة كيك . لذلك يجب التحكم في درجات الحرارة أثناء عملية الطحن .

يجب أن يكون هواء التبريد المستخدم في آلة الطحن جافاً ولا تزيد رطوبته النسبة عن 50-60% في المطحنة وإذا زادت الرطوبة النسبية عن ذلك يزيد المحتوى 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 | 7- مرشح تنظيف نفى              |
| 2- كشاف معادن       | 8- مروحة                       |
| 3- مطحنة            | 9- سير هزاز للتبريد بهواء بارد |
| 4- تبريد هواء       | 10- تبريد مسحوق الكاكاو        |
| 5- تبريد كاكاو      | 11- تبريد الهواء               |
| 6- شفط غيار الكاكاو | 12- لتعبئة و الوزن             |

9.4.2. 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 وتعطى راسب خشن غير ذائب في المشروبات أو الآيس كريم . وفي منتجات الكيك والمخبوزات يفضل أيضا أن يكون مسحوق الكاكاو ناعما جداً ليعطى لونا مرغوبا . ويتم تقدير درجة نعومة الكاكاو بأحد اختبارين .

1-إختبار الترسيب The sediment test 2- إختبار الغربلة The sieving test

#### 10.4.2. نكهة ورائحة الشوكولاته Chocolate flavor and aroma

تلعب عمليتي تخمير وتجفيف بذور الكاكاو دوراً أساسياً في ظهور المركبات التي سوف تنشأ عنها نكهة الشوكولاتة بعد عملية التحميص .

وتقسم المركبات المسنولة عن رائحة ونكهة الشوكولاتة إلى :

##### 1.10.4.2. مركبات متطايرة

حيث أمكن بالتقطير البخاري لبذور الكاكاو المحمصة ثم إستخلاص مركبات الرائحة بالهكسان التعرف على المركب الرئيسي في المستخلص وهو مركب الـ Linalool بالإضافة لبعض الأحماض العضوية والإسترات . ويتقدم طرق التحليل أمكن التعرف على حوالي 200 مركب . ثبت أن المركبات المسنولة عن نكهة بذور الكاكاو غير موجودة في الوسط الدهني ولو أن الدهن نفسه يساهم بقدر كبير في نكهة الشوكولاتة المحببة خاصة شوكولاتة اللين .

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

##### 2.10.4.2. مركبات غير متطايرة مسنولة عن نكهة الشوكولاتة

إذا ما أزيلت المركبات المتطايرة من الكاكاو بالتقطير البخاري وتم تصنيع البذور (بعد إزالة المركبات المتطايرة منها ) إلى شوكولاتة فإن طعمها لا يزال له معظم صفات طعم الشوكولاتة برغم أنه قد يكون أقل حدة . ويمكن بإيجاز تحديد المركبات غير المتطايرة المسنولة عن نكهة ورائحة الشوكولاتة فيما يلي :

Flavonoids ومنها مركبات الكاتكينات Catechins ومركبات الأنثوسيانينات Anthocyanins

\*الأحماض الأمية : كثير منها له طعم مميز ويمكن أن تساهم في تكوين الأطعمة المرة أو الحلوة .

\*الأحماض العضوية ، والأحماض الفينولية: وقد عزل عدد كبير منها .

\*الكربوهيدرات : مثل الجلوكوز والفركتوز وكميات ضئيلة جدا من السكروز ونواتج تفاعل ميلارد Maillard reaction بين الأحماض الأمية والسكريات المختزلة . تأكد أيضا من مساهمة مركبات البيرازين في نكهة الشوكولاتة وقد استخدم تقديرها كدليل على درجة التحميص Degree of roasting .

## 11.4.2. صناعة الشوكولاتة Chocolate Manufacture

تتكون المكونات الرئيسية لصناعة الشوكولاتة من فلفلات الكاكاو ، وعجينة الكاكاو ، والسكر والمحليات الأخرى ، وزبدة الكاكاو ، بدائل زبدة الكاكاو ، مسحوق اللبن ، فئات اللبن والسكر والشوكولاتة milk crumb ( وتتكون من عجينة كاكاو 3.5% ، سكر 53.5% جوامد لبن 32.0% ، رطوبة 1% ) ، ومواد الاستحلاب .

### 1.11.4.2. فلفلات وعجينة الكاكاو Cocoa nibs , Cocoa liquor

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

ولأصناف الكاكاو تأثيرا كبيرا على 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 أعلى 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 على 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 إلى شوكولاتة .

#### 2.11.4.2. السكريات والمحليات الأخرى : Sugar and other sweeteners

يستخدم السكر عالي الجودة في تصنيع أنواع الشوكولاتة ، ولا يمثل لون السكر أهمية كبيرة عند تصنيع الشوكولاتة نظرا للونها البني الذي لا يتأثر بلون السكر. كما هو الحال مثلا في منتجات الحلوى البيضاء اللون كالفوندا . ولذلك قد تستخدم بعض نواعيات السكر الأقل جودة في تصنيع الشوكولاتة مثل السكر الخام المغسول ولو أنه يحتوي على نسبة من السكر المحول والرطوبة مما قد يسبب بعض المشاكل في عملية الـ Refining فبينما تنهشم بلورات السكر النقي بسهولة أثناء تلك العملية فإن وجود الرطوبة والسكر المحول في السكر قد يؤدي لتكوين بلورات إسطوانية الشكل تؤثر سلبيا على 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 هيجروسكوبية العالية فتمتص الرطوبة أثناء التصنيع ، وقد تستخدم بعض المركبات الأخرى التي تقلل الحلاوة وتقلل التكاليف مثل المحليات اللاسكوية كالسوربيتول والمانيتول والزيليتول .

#### 3.11.4.2. زبدة الكاكاو: Cocoa butter

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

#### 4.11.4.2. منتجات الألبان : Milk products

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

#### 5.11.4.2. Emulsifiers المواد المستحلبة

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

#### 6.11.4.2. Other fats الدهون الأخرى

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

#### 7.11.4.2. Flavorings المواد المنكهة

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 الأخرى 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 .

#### 8.11.4.2. Rework المكونات معادة التصنيع

وهو الاسم الذي يطلق على أنواع الشوكولاتة والحلوى التي يعاد تصنيعها مرة أخرى بسبب ظهور عيوب فيها لا تسمح 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 لا تستخدم أصلا في تصنيعها .

#### 12.4.2. عمليات تصنيع الشوكولاتة

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

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



#### 1.12.4.2. إعداد المكونات : Preparation of ingredients

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

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

#### 2.12.4.2- خلط المكونات

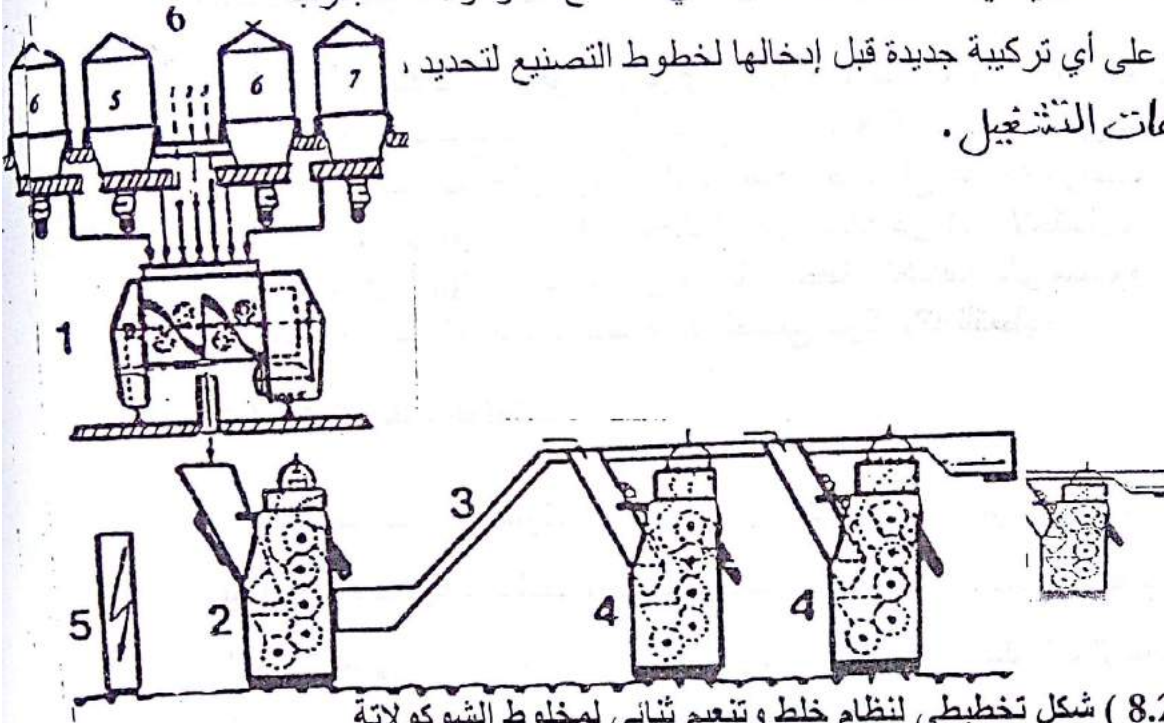
في معظم مصانع الشوكولاتة الحديثة تدفع المكونات إلى أوعية الخلط ببرنامج يتم تشغيله بالحاسب الآلي لضبط مكونات التركيبة تماما وتوحيد صفات المنتج النهائي . وقد لا تسبب الأخطاء الوزنية البسيطة في المكونات الأساسية لصناعة الشوكولاتة مثل السكر ، وعجينة الكاكاو أو مسحوق اللبن عيوباً جوهريّة في المنتج النهائي أما أخطاء الوزن التي تحدث في المستحلبات أو المنكهات فقد يكون لها عواقب وخيمة في صفات المنتج النهائي فعلى سبيل المثال تتباين نسبة الليسيثين، التي تضاف لعجينة الكاكاو في مرحلة الخلط الإبتدائي بسبب ضرورة ثبات لزوجة عجينة الكاكاو حتى عند اختلاف صفات المكونات حتى يكون معدل خروجها من أجهزة الخلط إلى آلات التنعيم Refining ثابتاً ، بمعنى أن تكون كمية العجينة التي يتم تسليمها لآلات التنعيم محددة بدقة حتى تخرج منها بنفس المواصفات لكل دفعة . ويستغرق عادة وقت الخلط من 12 – 15 دقيقة

هذا وقد تجري عمليتي الخلط والتنعيم Refininig في جهاز واحد كما في شكل ( 8.2 ). وتؤدي عملية الخلط قبل التنعيم إلى إنتاج عجينة شوكولاتة تتميز

بقوام خشن لحد ما ومتانة ولها بلاستيكية عالية . ومن الأهمية بما كان تماسك قوام عجينة الشوكولاتة لأن عدم التماسك يؤدي لالتفاف عجينة الشوكولاتة على اسطوانات التنعيم بطريقة غير سليمة وسمك غير متجانس .

وعادة ما تجري في معامل رقابة الجودة في مصانع الشوكولاتة التجارب

المبدئية على 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-خمس أسطوانات تنعيم ابتدائي
- 3-سيور ناقلة لنقل الشوكولاتة لخط التنعيم
- 4-خمس أسطوانات تنعيم نهائي للشوكولاتة
- 5-وحدة تغذية للمكونات بنظام التحكم الآلي
- 6-تخزين المواد الخام

### 3.12.4.2. تنعيم عجينة الشوكولاتة Refining

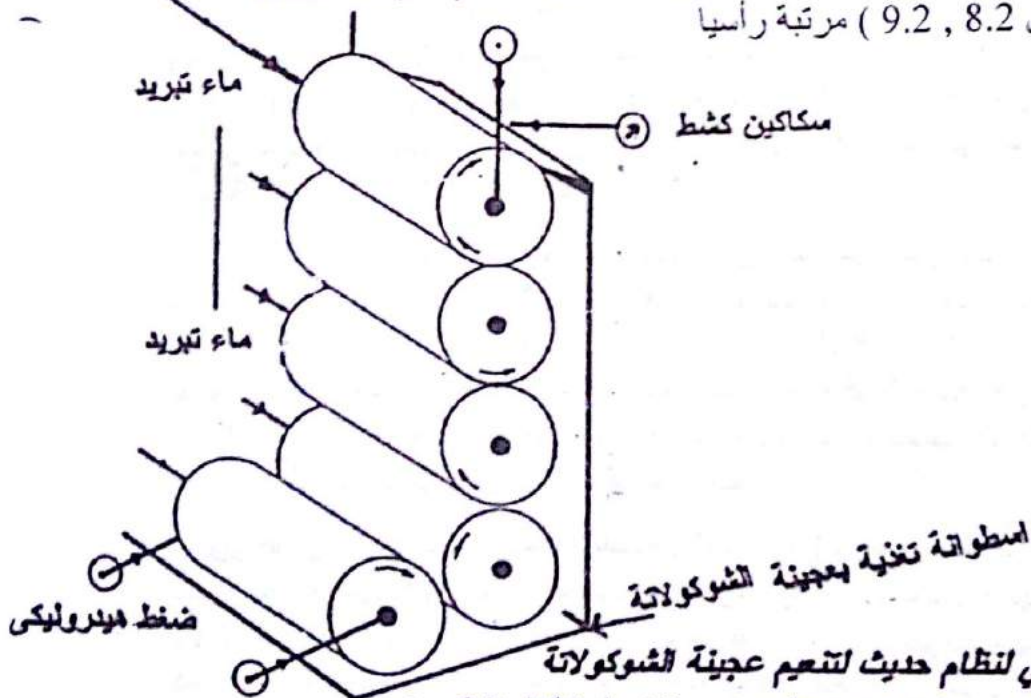
تعتبر عملية تنعيم Refining الشوكولاتة من العمليات الهامة التي تشكل القوام الناعم المرغوب في صناعة الشوكولاتة . ويتباين الحجم المرغوب لجزيئات الشوكولاتة بعد عملية التنعيم ما بين 25-75 ميكروميتر . فإذا ما زادت عملية التنعيم عن حدودها القصوى ونقص بالتالي حجم جزيئات الشوكولاتة عن 25 ميكروميتر ، يعيب الشوكولاتة الناتجة قوامها اللزج Slimy texture خاصة في حالة شوكولاتة اللبن .



ويؤثر على طعم وقوام الشوكولاتة الجزيئات في الخلطة ذات الحجم الأكبر مثل السكر ، وعجينة الكاكاو ، وفئات خلطة مسحوق اللبن مع السكر وعجينة الكاكاو milk crumbs ، ولكل إحساس بالطعم والقوام مختلف عن الآخر ، فبللورات السكر تعطي إحساس في الفم بالخشونة ولكنها تذوب بسهولة في اللعاب أما جزيئات الكاكاو فتعطي إحساسا مستمرا بالخشونة أما فئات خلطة مسحوق اللبن مع السكر وعجينة الشوكولاتة فلها قواما ناعما ولكنها تذوب بعد فترة قصيرة في الفم ، ويعتقد أن

وجودها يؤدي للتغلب على الإحساس بالقوام اللزج . ولتوزيع أحجام جزيئات مكونات الشوكولاتة أهمية خاصة من حيث الإحساس بطعم الشوكولاتة حيث يعزى الإحساس بطعم الشوكولاتة بدرجة كبيرة للجزيئات الكبيرة ويؤدي وجود نسبة عالية من الجزيئات الدقيقة في خلطة الشوكولاتة إلى ضرورة إضافة نسبة أعلى من زبدة الكاكاو في خلطة الشوكولاتة مما يزيد من التكلفة . وتجرى عملية التنعيم Refining بواسطة آلات تتكون عادة من خمسة أسطوانات rolls (أنظر شكل 8.2 ، 9.2) مرتبة رأسيا

ضغط هيدروليكي



ويتم تغذيتها بعجينة الشوكولاتة بدءا من الأسطوانة السفلية . وتصنع الأسطوانات الخمسة من الصلب القوي stainless steel والذي يشكل بطريقة معينة تسمح لفيلم الشوكولاتة المعرض للضغط بين الأسطوانات أن ينتشر على سطح الأسطوانة كلها .

وتزداد سرعة دوران آلة Refining machine من أسفل إلى أعلى ) نظام تزايد السرعة differential ( مما يسمح بانتقال فيلم الشوكولاتة من الأسطوانة السفلية إلى الأسطوانة التي تليها .. وهكذا حتى تصل إلى الأسطوانة الخامسة فيتم كشطها بمساكين الكشط . وفي وحدات تنعيم الشوكولاتة الحديثة يتم

التحكم في الضغط بين البكرات هيدروليكية ويتم تبريد كل إسطوانة من الداخل بواسطة رشاشات ماء water jets تنظم قوة اندفاعها لتبريد الإسطوانات بواسطة ثرموستات حرارة لضخ كمية الماء اللازمة للتبريد لدرجة حرارة معينة . هذا ويجب إجراء عملية تحكم وتدفيق مستمر على عملية تبريد الإسطوانات فيفضل أن تكون درجات حرارة الاسطوانات 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 فتتخفف درجة حرارتها إلى 26-35 درجة مئوية حتى يتم تسليم عجينة الشوكولاتة في صورة متماسكة في المرحلة التالية من التصنيع.

#### 4.12.4.2. دهن عجينة الشوكولاتة Conching

تعتبر عملية دهن conching عجينة الشوكولاتة العملية التصنيعية الأخيرة التي تجري على الشوكولاتة الخام أو الشوكولاتة الخام أو الشوكولاتة بالبن . وهي عملية أساسية لإظهار القوام والنكهة النهائية للشوكولاتة . ويعزى اسم الآلة The conche التي تجري بها هذه العملية إلى كلمة لاتينية وهي Shell بمعنى الصدفة أو المحارة حيث أن عملية الدهك conche التقليدية تتم بدهك عجينة الشوكولاتة حتى تكتسب السطح اللامع .

وتجري هذه العملية باستخدام 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 إلى منتصف الوعاء مرة أخرى وذلك أثناء مشوار اسطوانات الدهك للخلف .

وبرغم أن وحدة إجراء الدهك التقليدية ( شكل 10.2 ) غير فعالة إلا أن لها تأثيراً إيجابياً على نكهة وقوام الشوكولاتة ، ويؤخذ على تلك الطريقة أنها تحتاج لوقت طويل وتستهلك كميات كبيرة من الطاقة نظراً 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 باستخدام مقليات ميكانيكية قوية تجري عملية تقليب ميكانيكي قوي على 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 حتى 20 طن .



وقد كانت عملية الدهك *conching* في الطرق التقليدية تستغرق حوالي 96 ساعة. أما في الآلات الحديثة للدهك لجاف فقد انخفض بشدة الوقت اللازم لإجراء هذه العملية.

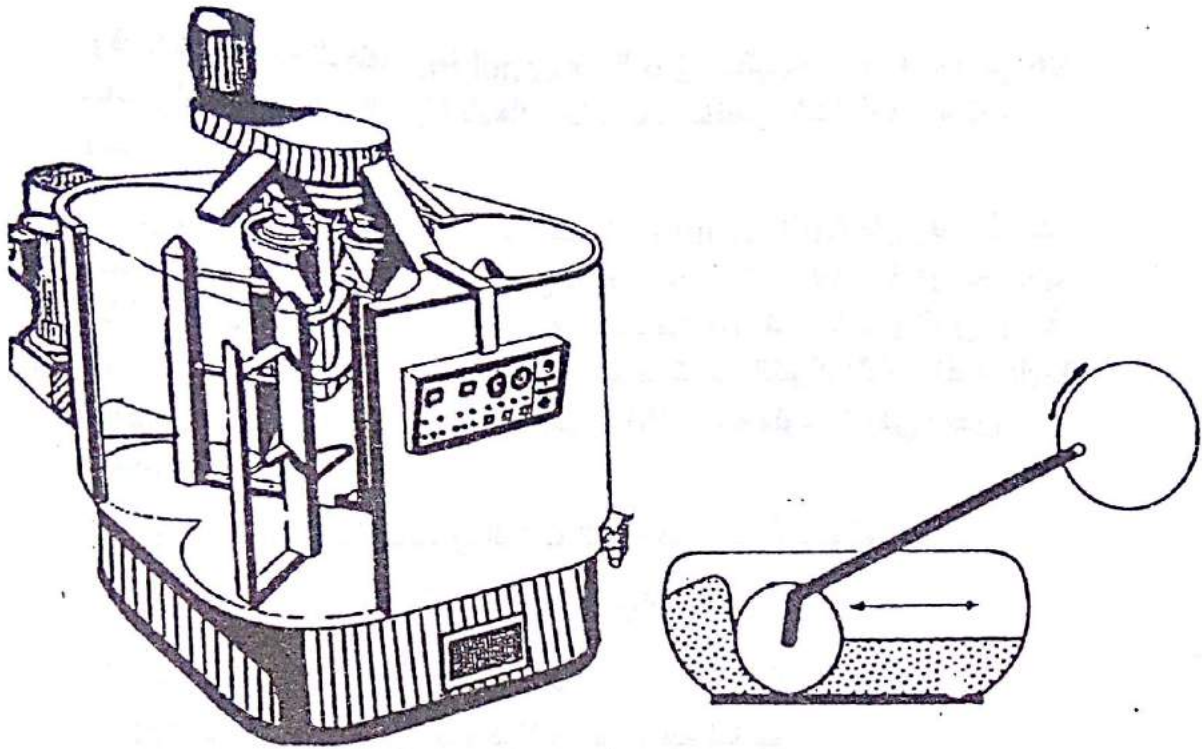
وفي نوع فئات الشوكولاتة المعروف بالـ *Milk crumb* فإن وقت الدهك يستغرق حوالي 10-16 ساعة على درجات حرارة من 49-52 درجة مئوية. أما في شوكولاتة اللبن تستغرق عملية الدهك من 16-24 ساعة وتكون درجة الحرارة في حدود 60 درجة مئوية. وعادة ما تدهك الشوكولاتة الداكنة *Dark chocolate* على درجات حرارة أعلى ( 70 درجة مئوية ) وفي بعض الأحيان حتى 82 درجة مئوية.

وتؤدي عملية الدهك لتحقيق المزايا التالية في عجينة الشوكولاتة:

- \* إزالة جزء من الرطوبة من عجينة الشوكولاتة .
- \* إزالة بعض المركبات الطيارة التي تسبب نكهات غير مرغوبة .
- \* تقليل من لزوجة عجينة الشوكولاتة بعد عملية التنعيم .
- \* نشر وتوزيع المكونات الصلبة في الدهن السائل .

ظهور نكهة مميزة نتيجة عملية الخلط لمدة طويلة على درجة حرارة مرتفعة نسبياً.

ويستخدم حالياً في بعض المصانع نظام حديث تستخدم فيه حركة الهواء في التقليب ولتحقيق ذلك صممت ماكينة سويدية تعرف باسم الداهكة بالموجات فوق الصوتية *ultrasonic conching* ومن أهم مميزاتها أنها تعمل على خلط الهواء المدفوع في الشوكولاتة بصورة دقيقة جداً لا تسبب أي متاعب في القوام كما تعمل على تصغير حجم الحبيبات في الشوكولاتة إلى أصغر ما يمكن ويساعد الهواء على إتمام العمليات الكيميائية المطلوبة في أقصر وقت ممكن ويتم ذلك بأن يعامل مخلوط الشوكولاتة بذبذبة مقدارها 327 كيلو سيكل/ثانية ويترتب على ذلك ارتفاع درجة حرارة المخلوط من 25 إلى 50 °م بدون تسخين وتنتهي العملية في نحو نصف الساعة.



شكل (11.2): آلة دهن حديثة

شكل (10.2): رسم تخطيطي لوعاء الدهن

#### 5.12.4.2. تعديل القوام: Tempering

وهذه الخطوة تهدف أن تؤثر على زبدة الكاكاو كي تتبلور في صورة ثابتة في كتلة الشوكولاتة السائلة ويعرف ذلك بكيفية الوصول للدرجة الصحيحة للقوام أو الصلابة. وتهدف هذه العملية بصورة أساسية لإطالة فترة تسويق الشوكولاتة حيث أن عدم إجراء تلك الخطوة يؤدي لخفض فترة التسويق بالإضافة لضعف الخواص بالنسبة للمعان والثبات.

كما قد يظهر أحد العيوب المعروف باسم Bloom في إحدى صورتين:

- الصورة الأولى الشائعة هي ظهور بلورات دهن غير ثابتة على سطح الشوكولاتة.
- ظهور بلورات السكر على سطح الشوكولاتة.

توجد عدة عوامل تتحكم في معاملة الشوكولاتة أثناء عملية التعديل Tempering وتغطية الحشو بالشوكولاتة Enrobing وعملية الغمر في الشوكولاتة Dipping .



وأهم هذه العوامل:

1- تركيب الشوكولاتة

2- لزوجتها

3- حالة ونوع وتركيب الحشو المراد تغطيته

4- درجة الحرارة المستخدمة ونسبة بللورات الدهن الثابتة في الشوكولاتة المنصهرة

1- تركيب الشوكولاتة:

يؤثر نوع وكمية الدهن على خواص كتلة الشوكولاتة المنصهرة، فكلما احتوت كتلة الشوكولاتة على كمية كبيرة من زبدة الكاكاو وكلما أصبحت رقيقة جدا تصبح أكثر عرضة لظهور عيب الBloom.

ويمكن الحصول على الشوكولاتة الرقيقة بإضافة الليسين إليها (لإستحلاب الدهن). وتلك الشوكولاتة تحتوي على 1% رطوبة.

2- اللزوجة:

تؤثر اللزوجة على كم أو كمية الشوكولاتة المستخدمة في التغطية أثناء عملية اللف (Enrobing) وعمليات الغمر والصب في القوالب. وبطبيعة الحال تؤثر كتلة الكاكاو والسكر على الخواص الإنسيابية للشوكولاتة المنصهرة.

3- نوع وتركيب الحشو:

يؤثر ذلك على نوع وتركيب الشوكولاتة ويجب ألا تكون مواد الحشو أكثر سخونة من الشوكولاتة المستخدمة للتغطية حتى لا يحدث انخفاض في ثبات البللورات كما تؤدي مواد الحشو المبردة إلى صفات غير مرغوبة أثناء عملية التغطية. وهناك أنواع معينة من مواد الحشو تسرع من إظهار الBloom كالنقل.

4- State of temper:

وتعني هذه العبارة وصف كمية بللورات الدهن الثابتة في كتلة الشوكولاتة المنصهرة. وقد وجد أن هناك أربع صور للبللورات  $\alpha$ ،  $\beta_1$  و  $\beta_2$  و  $\beta$ . وقد وجد

ان الصورة  $\beta_1$  هي الأكثر ثباتا ولا تؤدي لحدوث عيب الBloom في الشوكولاتة.

طرق إجراء عملية الTempering:

1- طريقة الدفعات Batch method: وتشمل هذه الطريقة ثلاث مراحل متتالية:

أ- الصهر أو التسييح التام

ب- تبلور زبدة الكاكاو

ج- إزالة النواة غير الثابتة

تجرى طريقة الدفعات بتسخين الشوكولاتة أولا : لدرجة حرارة  $120^{\circ}\text{C}$  فهرنهايتية ( $48.8^{\circ}\text{C}$ ) وعند هذه الدرجة تتحول زبدة الكاكاو إلى سائل.

ثانيا : تبرد الشوكولاتة المنصهرة إلى  $80^{\circ}\text{C}$  درجة فهرنهايتية ( $26.6^{\circ}\text{C}$ ) وعندئذ تتبلور صور الدهن الثابتة وغير الثابتة. ثالثا يعاد التسخين إلى  $32^{\circ}\text{C}$  تتحول جميع البلورات غير الثابتة إلى حالة الإنصهار تاركة بللورات زبدة الكاكاو الثابتة لتعمل كنواة للتبلور.

تنقل الشوكولاتة المعدلة إلى جهاز التغطية Enrober.

2- الطريقة الأوتوماتيكية: تستخدم هذه الطريقة في معظم المصانع الآن لسرعتها ولصفات المنتج الجيدة بعد إجرائها. وتشمل هذه الطريقة تعديل النظام المتبع على أساسين:

أ- تصميم جهاز التعديل بحيث يرتبط بجهاز التغطية.

ب- تصميم جهاز التعديل على أساس فصل وحدة التعديل.

← استخدام الليسيثين في عملية الTempering:

يمكن إضافة الليسيثين التجاري أو بدائله الصناعية التركيبية إلى الشوكولاتة لتحسين الEnrobing properties واستخدام الليسيثين البذور الزيتية له مميزات نذكر منها ما يلي:



أ- يخفض من اللزوجة وبذلك يقلل من كمية زبدة الكاكاو المستعملة.

ب- يقلل من إظهار عيب ال Fat bloom.

ج- رفع معدل درجات الحرارة المستخدمة في التصنيع.

د- تحسين تركيب الشوكولاتة.

هـ- خفض أي زيادة في اللزوجة تنتج من الرطوبة.

و- يؤدي لتحسين مقطع Snap الشوكولاتة.

### التشكيل Moulding:

تضخ الشوكولاتة المخزنة لخط التشغيل الذي يعمل أوتوماتيكيا ويتكون من وحدات صب الشوكولاتة في قوالب لتعطيها الشكل المطلوب بالإضافة لوحداث التقطيع والتعبئة والتغليف. يزود خط التشغيل بنظام للتبريد يوجد تحت سطح الوحدات التي تلامس الشوكولاتة أثناء عملية التشكيل. ولعملية تبريد الشوكولاتة أهمية قصوى حتى لا تتأثر جودة المنتج النهائي سلبيا. فالتبريد البطيء يؤدي لتكوين جزيئات دهن كبيرة الحجم أما التبريد السريع فيؤدي لإنفصال جزء من زبدة الكاكاو عن الخلطة مما يجعل الشوكولاتة تترك آثار زيتية في ورق اللف.

يتم التبريد في أنفاق على درجة حرارة 8-10°C بحيث يمر الهواء عكس اتجاه مرور الشوكولاتة وتستغرق عملية التبريد نحو 30-45 دقيقة. ويمكن عمل أغلفة الشوكولاتة Chocolate shells المعدة لعمليات ملء الحشو بإحدى طريقتين:

أ- طريقة ال Spinning: وتتم بإجراء طرد مركزي

للشوكولاتة الموجودة في القوالب المقفلة.

ب- طريقة ال Inverting: وفيها تملأ القوالب بالشوكولاتة ثم

تقلب ويلاحظ أن معظم الشوكولاتة الزائدة تفرغ وتصفى

من القوالب بفصل الجاذبية تاركة القالب مغطى بغلاف

من الشوكولاتة وتتم عملية إنتاج أغلفة الشوكولاتة

بواسطة القلب Invers: تبعا لما يأتي:

- 1- تدفئة القوالب إلى 22°م (72°ف).
  - 2- إجراء عملية ال Tempering للشوكولاتة.
  - 3- صب الشوكولاتة في القوالب.
  - 4- قلب القوالب Inversion.
  - 5- إزالة الشوكولاتة الزائدة.
  - 6- إضافة الحشو.
  - 7- تغطية الحشو بالشوكولاتة.
  - 8- إخراج الشوكولاتة من القوالب.
- ويختلف الوقت اللازم لإنتاج الشوكولاتة المحشوة Filled بين حوالي 15 إلى 45 دقيقة تبعا لنوع المصنع وشكل المنتج.

ويراعى إمرار القوالب على هزازات لإزالة الهواء المتخلل وتحريك القوالب يعمل على إنتاج أغلفة رقيقة من الشوكولاتة وتصنع القوالب من البلاستيك أو الصلب غير القابل للصدأ.



## الباب الثالث

### بعض المواد الخام المستخدمة في صناعة الحلوى

### 1.3. بعض المواد الخام المستخدمة في صناعة الحلوى

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

#### 1.1.3. المحليات Sweeteners

تقسم المواد المكسبة للطعم الحلو إلى 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 اصطناعية مخلفة ... وتتميز المحليات الغذائية بإنتاجها للطاقة عند تمثيلها غذائياً في جسم الإنسان حيث ينتج الجرام الواحد من الجلوكوز والفركتوز حوالي 4 كالورى ، إلا أن هناك محليات طبيعية لا تنتج طاقة عند تمثيلها غذائياً Non – caloric مثل مركب الستيفيوزيد Stevioside وهو عبارة عن جليكوزيد ثنائي يتم استخلاصه من نبات بري يسمى Stevia rebaudiana وهناك محليات اصطناعية مخلفة كالإسبارتام تنتج كمية قليلة من الطاقة عند تمثيلها غذائياً ويطلق عليها محليات منخفضة السعرات الحرارية Low caloric sweetener ويوجه عام فإن معظم المحليات غير الغذائية الأخرى لا تنتج عند تمثيلها غذائياً .

### 2.3. النظرية الجزيئية للطعم الحلو Molecular theory of sweetness

يظهر إحساس الإنسان بالطعم الحلو عند طرف اللسان حيث تستقبل الطعم الحلو مستقبلات الطعم باللسان والتي يبلغ عددها تقريباً في اللسان حوالي 10,000 وتتراوح فترة حياتها من 10-12 يوم ويتناقص عددها بزيادة عمر الإنسان ، وتتميز مستقبلات الطعم Taste receptors بوجه عام بأن كل مجموعة منها



حساسية أو تستجيب لطعم معين فمنها ما هو حساس للطعم الملحي ومنها ما هو حساس للطعم الحلو ، أو الخامضي 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 .

**علل** ويفسر التركيب الكيميائي والطعم الحلو مادة نظرية التركيب الثلاثي /

Tripartite حيث يحمل صفة الطعم الحلو مركب كيميائي يطلق عليه

جليكوفور Glycophore يتكون من وحدتين مرتبطتين سويا "AH" , "B"

ومعهما مركب ثالث "Y" وتترتب هذه الوحدات الثلاث في شكل معين يطلق

عليه Tripartite ( التركيب الثلاثي ) مكوناته كالتالي :

الوحدة "AH" :

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

الوحدة " B " :

عبارة عن مجموعة تتكون من أكسجين أن نيتروجين أو أي مركز كهروسالبى Electronegative قادر على جذب ذرة هيدروجين لتكوين رابطة هيدروجينية مع الوحدة " AH " . فهي عبارة عن الجزء من الجزيء غير المحب ( الكاره ) للماء Hydrophobic ولا يشترط أن يكون مجموعة دالة معينة .

وتبلغ المسافة بين الوحدات "AH" , "B" , "Y" كما يلي :

$A 2.6 = B$  ,  $AH$  ( انجستروم ) .  $3.5 = Y$  ,  $A$  ,  $A 5.5 = Y$  ,  $B$  ,

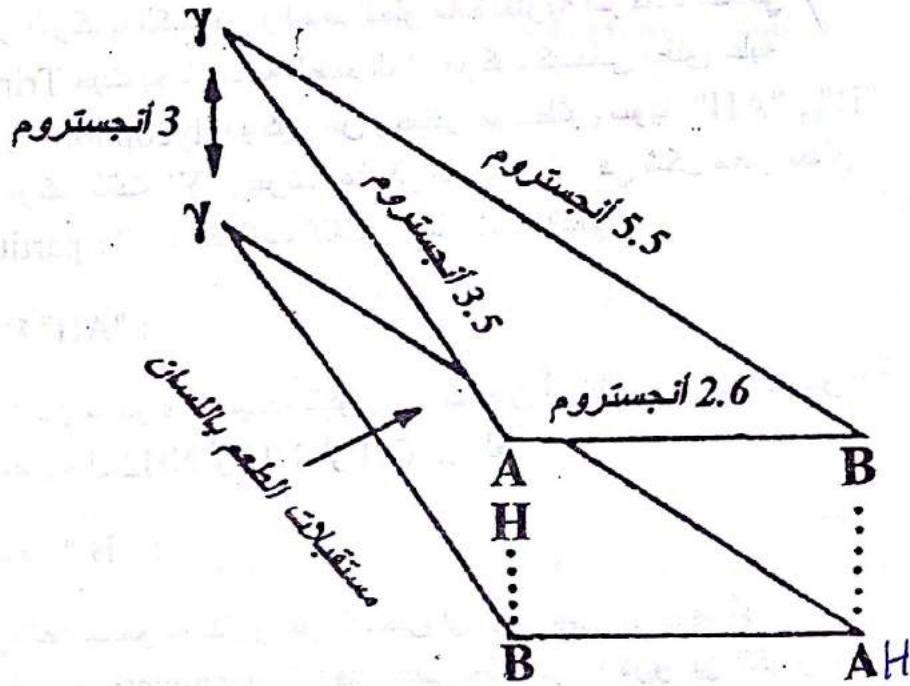
$A 3$  . فتبلغ حوالي  $B$  ,  $AH$  بين بروتون Orbital distance أما

المسافة المدارية

وفي الشكل ثلاثي الأبعاد الموضح في شكل ( 1.3 ) فإن الجليكوفور يرتبط بمستقبلات receptors الطعم الحلو في طرف اللسان . ويتكون الإحساس بالطعم الحلو نتيجة للارتباط بروابط هيدروجينية بين الوحدتين  $B$  ,  $AH$  في الجليكوفور ومجموعتين متماثلتين  $B$  ,  $AH$  في مستقبلات الطعم الحلو باللسان

(شكل 1.3). أما المجموعة  $Y$  فتعمل على توجيه وتنظيم جزئ الجليكوفور ووحداته  $AH$  ,  $B$  بحيث تقترب من المجموعتين المماثلتين لهما في مستقبلات الطعم الحلو على طرف اللسان .

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

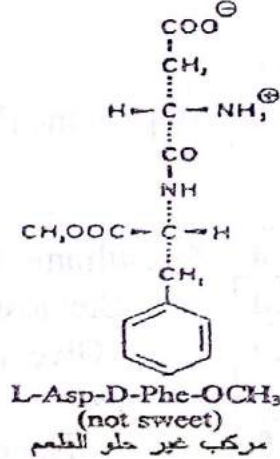
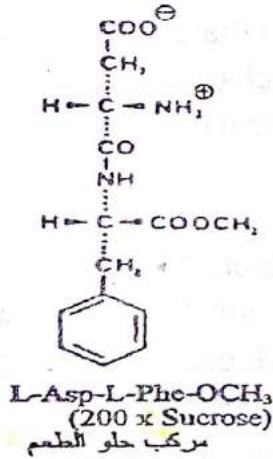
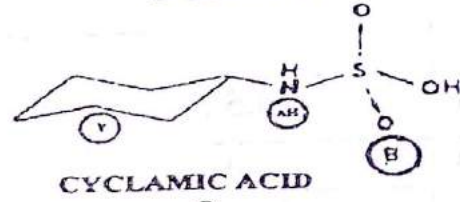
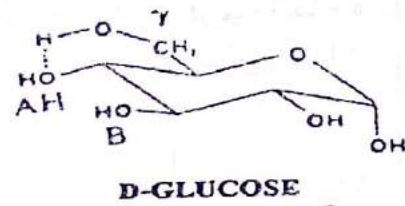
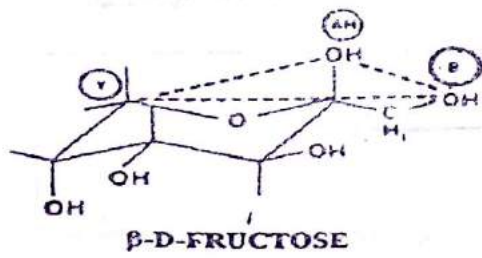


شكل (1.3) : نموذج التركيب الثلاثي Tripartite للمركبات حلوة الطعم

ويجب أن تكون روابط السكريات في الشكل الحلقي الخماسي في وضع معين حتى تكون المسافات بين الوحدات  $AH$  ,  $B$  ,  $Y$  الأبعاد سابقة الذكر . فعلى سبيل المثال ، ففي سكر البيرانوز فإن الزاوية بين  $a-D-1C$  ,  $a-D-C1$  تكون 60 درجة ويكون المركب الناتج حلو الطعم . أما إذا ما أصبحت الروابط بالشكل  $B (B-D-1C)$  فإن نفس المركب لا يكون طعمه حلو <sup>بما لا يمكن أن يكون لنفس المركب طعم حلو أو غير حلو</sup>

ويوضح الشكل ( 2.3 ) بعض الجليكوفورات لمركبات حلوة الطعم . ويلاحظ من نفس الشكل ( 2.3 ) أوضاع  $AH$  ,  $B$  ,  $Y$  . كما يلاحظ أيضا أن بعض الأحماض الأمينية مثل التربتوفان ، الهستيدين ، الفينيل ألانين ، التيروسين ، الليوسين ، الجليسين تتميز بطعمها الحلو في الصورة  $D$  أما مشابهاها في الصورة  $L$  فإنها قد لا يكون لها طعما أو مرة .





أما الأسبارتام شكل ( 2.3 ) وهو من المحليات منخفضة السعرات الحرارية عند تمثيله غذائيا ، ويسوق تجاريا تحت اسم Nutra Sweet فيتكون من الميثيل استر للبتيد الثنائي ( L-Asp – L phe-O-CH<sub>3</sub> )

L-phenylalanine , L-asparatyl ويتميز هذا الببتيد الثنائي بأن حلاوته تعادل 180 – 200 مرة قدر حلاوة السكروز .

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

ويوضح الجدول (1.3) بعض أنواع المحليات المتاحة في الأسواق ، ودرجة حلاوتها بالنسبة للسكروز إذا اعتبرت 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

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

المصدر: 1999 - (8) 40 . 1986  
 علن / لأحد المحليات حلاوة تعادل 2000 مرة قدر السكر  
 \* الإسم التجاري لمادة التحلية .

وتستخدم السكريات ذات الطعم الحلو في صناعة منتجات عديدة من الحلوى  
 علن / ويتوقف نوع السكر المستخدم في صناعة صنف معين من الحلوى على عدة  
 عوامل أهمها ؟

- ١- \* الخواص الطبيعية المميزة للسكر ، ودرجة نقاوته .
- ٢- \* الاختلاف في نوع ونسبة الشوائب والتي تؤثر على الناتج النهائي للحلوى المصنعة من نوع معين من السكر .
- ٣- \* تأثير نوع السكر المستخدم على الصفات الوظيفية functional properties والخواص التكنولوجية للحلوى المصنعة منه .



٢ \* العوامل الاقتصادية والمتعلقة بإمكانية الحصول على صنف معين من السكر وتكلفة استخدامه في الحلوى وسعره المتداول .

### 3.3. أهم أنواع السكريات المستخدمة في صناعة الحلوى

#### 1.3.3. سكر السكروز

وقد سبق شرح طرق إستخلاص وإنتاج السكر من القصب والبنجر . وتختلف أنواع السكروز في درجة نقاوتها فقد تصل إلى 99.8% ، وتصل في السكر البني إلى 98.0% . فقط ويستخدم السكر البني في صناعة بعض أنواع الحلوى مثل بعض أنواع الفودج والتوفي ، ويلاحظ أن الشراب غير النقي للسكر البني يعطي نكهة مرغوبة Pleasant flavor .

#### 2.3.3. سكر الدكستروز

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

ويوجد نوعين من الدكستروز :

الدكستروز اللامائي Anhydrous dextrose أي لا يحتوي على ماء تبلور .

الدكستروز أحادي التآدرت Dextrose monohydrate ويتميز باحتواء جزيئه على جزئ واحد من ماء التبلور ، وبلوراته ذات حجم أصغر من بلورات السكروز ، ويذوب في الماء بدرجة أقل من السكروز . ويستخدم الدكستروز بكثرة في صناعة الفوندان لصغر حجم بلوراته ، ولقدرته على الاحتفاظ بنسبة من الرطوبة داخل الحلوى لإكسابها القوام المميز ، كما يعمل على منع تبلور السكروز في الحلوى المحتوية على مخلوط منهما .

#### 3.3.3. شراب ( عسل ) الجلوكوز والنشا المتحلل

#### Glucose syrup and starch hydrolysates

يعتبر شراب الجلوكوز أو شراب الذرة أحد المكونات الرئيسية في صناعة الحلوى . وشراب الجلوكوز هو محلول نقي ومركز يتكون من الـ D - جلوكوز ، المالتوز وبعض البولييمرات التي تتكون من الـ D - Glucose . ويتم الحصول

عليه بإجراء تحليل حامضي جزئي للنشا الغذائي الذي يعتبر المصدر الرئيسي لشراب الجلوكوز ففي أوروبا يستخدم نشا الذرة وكذلك في مصر للحصول على شراب ( عسل الجلوكوز ) وفي بعض الدول الأخرى قد يستخدم نشا البطاطس أو القمح لإنتاج شراب الجلوكوز .

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

وينتج كذلك شراب الجلوكوز بمعاملة مشتركة من الحامض والإنزيمات أو تركيب شراب الجلوكوز الناتج .

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

ويعبر عن مدى تحلل النشا كمية السكريات المختزلة المقطرة كدكستروز ويستخدم معامل أو مكافئ الدكستروز (Dextrose equivalent (D) للدلالة على مدى تحلل النشا الى دكستروز ، ويعرف بالقوة الإختزالية الكلية معبرا عنها كدكستروز محسوبة كنسبة مئوية من محتوى المادة الصلبة ، أي كمية الدكستروز / كمية المادة الصلبة الموجودة في شراب الجلوكوز .



جدول (2.3) : مكافئ الدكستروز وتركيب السكريات في بعض أنواع شراب الجلوكوز. على الرغم أن معامل الدكستروز الأند قد يختلف بسبب اختلاف طريقة التحضير

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

المصدر :

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

ويدل رقم مكافئ الدكستروز " DE " المرتفع على 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 DE تساوي ( 36/80 )  $100 \times (36/80) = 45\%$

وتوجد أنواع كثيرة من شراب الجلوكوز بنسب متباينة من الدكستروز والمكونات الأخرى ( أنظر جدول 2.3 ) . فيستخدم في صناعة الحلوى الصلبة نوع من شراب الجلوكوز قيمة مكافئ الدكستروز له من 40 - 42 ويعمل هذا النوع الذي يعرف بالنوع القياسي "Regular" على منع تبلور السكر ولا يكسب الحلوى القوام اللزج ، أما الحلوى الطرية فيتراوح قيمة مكافئ الدكستروز لشراب الجلوكوز المستخدم في صناعتها بين 65 - 55 وتسمح هذه النسبة بالمحافظ على نسبة من الرطوبة في الحلوى فتكسبها القوام الطري .

أما نواتج تحليل النشا فتتميز بمكافئ دكستروز أقل منه في عسل ( شراب ) الجلوكوز وتقسم تبعاً لمكافئ الدكستروز لها إلى :

- المالتودكستريينات Maltodextrins ويكون مكافئ الدكستروز لها أقل من 20 .

- جوامد شراب الجلوكوز المجففة بالرذاذ ويكون مكافئ الدكستروز لها أكبر من 20 .

وتؤدي نواتج تحليل النشا عند إستخدامها في صناعة منتجات الحلوى المختلفة الوظائف التالية :

- \* تعمل على خفض الفقد في حجم الحلوى أثناء التخزين والتداول .
- \* تمتص الزيوت والدهون فتحافظ على قوام المنتج وصفاته الإنسيابية .
- \* تساعد على إنتشار المكونات المستخدمة في صناعة منتجات الحلوى فيحدث خلط جيد لهذه المكونات .
- \* تؤدي لتوحيد والمحافظة على جودة منتجات الحلوى خاصة تلك المكونة من مكونات طبيعية .
- \* تقلل تكاليف بعض المنتجات بإحلالها جزئياً بدلاً من نسبة من اللاكتوز ومسحوق اللبن عند صناعة حلوى الأقراص المضغوطة .
- \* يمكن أن تضاف في صناعة المارشمالو بدلاً من حوالي 15% من نسبة بياض البيض المستخدمة .



### 4.3.3. السكر المحول Invert sugar

ويصنع بإضافة حامض الهيدروكلوريك 0.02 - 0.05% أو حامض الستريك أو الطرطريك 0.2% إلى محلول السكروز 75 - 80% مع التسخين على درجة حرارة 95 - 100 درجة مئوية ثم يعادل الحامض بعد تمام عملية التحويل بمحلول كربونات الصوديوم . ويستخدم السكر المحول في صناعة الحلوى بغرض التحكم في تركيبها ولمنع تبلور السكروز كما يحافظ على الحلوى من الجفاف . ويتميز السكر المحلول بحلاوته لإحتوائه على سكر الفركتوز كما أنه أكثر ذوبانا من السكروز . ويباع السكر المحلول في الأسواق على هيئة عسل ( شراب ) نسبة المواد الصلبة به حوالي 75 - 80% .

### 5.3.3. الفركتوز

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

وعادة ما يستخدم الفركتوز في صناعة أنواع الحلوى لتحقيق الأهداف التالية :

\* يمكن استخدامه لمرضى السكر حيث يختلف تمثيله الغذائي عن الجلوكوز والسكروز .

\* يزيد من درجة الحلاوة لأن حلاوته أعلى من السكروز .

\* يمنع تبلور السكريات في منتجات الحلوى غير المتبلورة .

\* تحسين وإظهار طعم ونكهة الفاكهة .

\* يعمل كمادة مرطبة Humectant .

\* يقلل من تلف الأسنان عند استخدامه بديلا للسكروز .

### 6.3.3. الكراميل أو السكر المحروق Caramel

ينتج الكراميل في أبسط صورة بحرق السكر وهو عبارة عن مادة سكرية بنية اللون يسمح باستخدامها في صناعة الحلوى . ويحضر الكراميل عادة بتسخين محاليل السكريات المختزلة مع هيدروكسيد الأمونيوم " $\text{NH}_4\text{OH}$ " أو هيدروكسيد الصوديوم " $\text{NaOH}$ " أو هيدروكسيد الصوديوم " $\text{NaOH}$ " مع درجة الحرارة جيدا أثناء التفاعل لنحصل على المنتج الرغوب.

وقد يتم إنتاج الكراميل على 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 امتصاصه للرطوبة. ويكسب الكراميل منتجات الحلوى نكهة مميزة، كما يسبب تلوين الحلوى باللون البني، ويربطها. كما يستخدم الكراميل أيضا كمادة لاصقة أو رابطة مع الحبوب والنقلبات.

### 7.3.3. السكر الثلجي icing sugar

وينتج بطحن سكر القصب أو البنجر إلى جزيئات صغيرة جدا ( 0.0025 سم ) وعادة ماتضاف مواد تمنع التكتل *Anticaking* بنسبة 1-2% للدرجة التجارية من السكر الناعم المطحون .

### 8.3.3. سكر اللاكتوز Lactose

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

### 9.3.3. السوربيتول Sorbitol

يوجد السوربيتول في الطبيعة في النباتات البحرية والفاكهة التوتية وعادة ما يحضر صناعيا بتسخين الدكسترين مع القلويات ثم تجرى عمليات معادلة ودرجة تحت ظروف خاصة من درجات الحرارة المرتفعة والضغط، والنيكل كعامل مساعد.



ويعتبر السوربيتول عامل مرطب وذلك لقدرته على الاحتفاظ بالرطوبة.

### 10.3.3. سكر المابل Maple sugars

يستخرج سكر المابل من شجر المابل السكرى *Acer saccharum* ويشيع استخدامه في أمريكا وكندا، ولا ينتج هذا السكر بمصر. ويتميز سكر المابل بنكهته المرغوبة والتي تؤدي لزيادة الاقبال على الحلوى المصنعة منه.

### 4.3. الصموغ والمواد الجيلية Gums and Gelling Agents

تكسب مجموعة الصموغ والمواد الجيلية أنواع الحلوى التي تستخدم فيها قواما مميزا وبدون هذه المواد كانت ستقتصر منتجات الحلوى على بعض منتجات الحلوى المغلية. وهذه المجموعة إما أن تكون سكريدات عديدة Polysaccharides أو بروتينات أو شقوق بروتينية وتختلف صفاتها باختلاف تركيبها، وأهم صفة تجمع بينها هي كبر حجم جزيئاتها كما أنها تعمل كغرويات في المحاليل. وتعرف الغرويات بأنها تلك النظم التي تتراوح أبعاد واحد أو أكثر من مكونات جزيئاتها بين النانوميتر والميكروميتر <sup>على</sup> 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 جزيئات الغروي مع بعضها البعض.

وتتمتاز المواد الغروية بعدة خواص وصفات وظيفية يمكن الاستفادة منها في صناعة أنواع الحلوى المختلفة. ومن أهم خواص المواد الغروية:

١\* تتميز معظم جزيئات الغرويات بأنها تحمل شحنات إلكتروستاتيكية عند ذوبانها في محلول وتعتمد طبيعة هذه الشحنات على pH المحلول.

٢\* وترتبط الغرويات المحملة بالشحنات مع الجزيئات المحملة بشحنات مخالفة لها مما يعمل على ثبات المخلوط.

٣\* لها القدرة على تكوين محاليل غروية مرتفعة اللزوجة عند خلطها بالماء.

٤\* تعتمد الصفات الريولوجية لمنتجات الحلوى على الطريقة التي تخطط بها مكوناتها من الغرويات مع بعضها البعض ومع باقي المكونات.

٥ \* ترتبط الغرويات بالرطوبة وتحافظ عليها بكفاءة عالية .

٦ \* تعمل الغرويات على ثبات مكونات الحلوى كما تؤدي وظائف أخرى كمواد استحلاب ومثبتات للقوام .

٧ \* تؤثر الغرويات على معدل تكوين البلورات وشكلها في منتجات الحلوى المتبلورة .

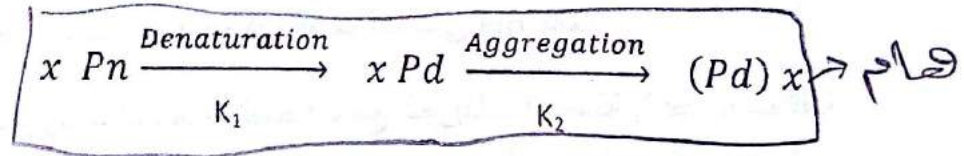
\* تستخدم الغرويات كمواد مثبتة للنكهة واللون في الحلوى .

ومن الأهمية بمكان وضع أنواع الصمغ والمواد الجيلية المختلفة في أقسام ويعتمد وضع المادة الغروية في قسم ما على صفاتها وما تؤديه من وظائف فهناك بعض أنواع من الغرويات قد توضع في أكثر من قسم نظراً لأنها تؤدي أكثر من وظيفة في مخلوط الحلوى . وفي بعض الأحيان تغير ظروف التصنيع من سلوك وصفات المادة الغروية فقد تتحول من مادة غير جيلية إلى مادة جيلية ... أو قد لا تكون جيل بمفردها ولكنها تشترك مع مواد أخرى في تكوين الجيل .

#### 1.4.3. العوامل المكونة للجيل Gelling agents

لهذه المواد القدرة على الارتباط ببعضها البعض ، أو ترتبط مع جزيئات مكونات أخرى ، تحت الظروف المناسبة لإنتاج الجيل . وبعض هذه المواد بمفردها قد يكون وزنها الجزيئي صغيراً إلا أنها تحت الظروف المناسبة تنتج جزيئات كبيرة تكون مسؤولة عن الصفات الربولوجية للجيل . وتعتمد قوة وطبيعة الجيل المتكون على عدد الروابط بين مكوناته وقوة الروابط ، ويطلق على المناطق التي تتكون عندها الروابط بين مكونات الجيل المختلفة الارتباط أو الإتصال Junction zones .

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



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

n عن وجود البروتين في حالته الطبيعية Native state

أما d فتعني حدوث دنتر لجزيئات البروتين



## على تقدير درجة خشونة الجيل البروتيني على العلاقة بين المشترة و التجمع

فإذا ما كان معدل تجمع جزيئات البروتين المدنتر  $K2 - "x Pd"$  - أسرع من معدل دنتر -  $K1$  - تتكون شبكة خشنة من جزيئات البروتين أي يكون الجيل معتم مع وجود فواصل بين صفاته . أما إذا كانت  $K2$  - ( معدل تجمع جزيئات البروتين المدنتر ) بطيئة بدرجة كافية فإن الجيل المتكون يكون أقل اعتماداً بل ويميل للشفافية ويكون أكثر مطاطية .

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

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

ويمكن تمثيل كمية الطاقة الحرة اللازمة لتكوين مناطق اتصال المعادلة الآتية

$\Delta G^{\circ}$	$\Delta G^{\circ}$	$+\Delta G^{\circ}$	$-T\Delta S$
الطاقة الحرة اللازمة لتكوين مناطق الارتباط بين الجزيئات	الطاقة اللازمة للارتباطات الهيدروفوبية =	الطاقة اللازمة للروابط الهيدروجينية = -37.5	الطاقة المفقودة نتيجة حركة البوليمر لتكوين مناطق الاتصال =
	-18.6		+41.1

على الرقم pH لا أثر على خواص المواد الخروية

ويسبب انخفاض رقم الـ pH في جيلي البكتين عالي الميثيل إكتساب مجاميع الكربوكسيل  $H^+ - COO^-$  بروتونات  $(H^+)$  ، ونقص قوي التنافر الإلكترونياتيكلي بين سلاسل البكتين ، وزيادة الروابط الهيدروجينية . إلا أنه لا تكفي طاقة الروابط الهيدروجينية ( - 37.5 ) وحدها للتغلب على طاقة الفقد في الانتروبي ( + 41.1 ) وتلزم طاقة إضافية لتكوين مناطق الاتصال، يتم الحصول عليها من الارتباطات الهيدروفوبية بين مجاميع إسترات الميثيل وتساعد المواد المذابة كالسكروز في خفض درجة النشاط المائي وبالتالي تكون حركة الماء أقل لإذابة جزيئات البكتين والمواد المشابهة فتزداد قوى الارتباط الهيدروفوبية بين مجاميع إسترات الميثيل. وبدون السكروز تكون مساهمة المجاميع الهيدروفوبية في تكوين مناطق الاتصال أقل.



### علل / محتاج جيل البكتين منخفض لميثيل لا يونان كالسيوم لتكوينه

أما عندما تكون جزيئات البكتين منخفضة الميثيل Low methoxy pectin فتحتاج لثبات مناطق الارتباط بين جزيئاتها إلى 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 الحلوى التي تصنع في صورة جيلية إلى 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 الأخرى كالألجينات والكاراجينان. علل / تعدد أنواع الكربوهيدرات المكونة للجيل

وتجدر الإشارة أن الكاراجينان والألجينات والأجار أجار والبكتين وكذلك الصمغ النباتية لا تهضم ولا تمثل في جسم الإنسان لذلك تستخدم في صناعة أنواع الحلوى منخفضة السعرات الحرارية Low calorie sweets .

وفيما يلي فكرة مختصرة عن بعض العوامل المكونة للجيل والمستخدمه في صناعة الحلوى:

#### 1.1.4.3.1.1.4.3 " Agar agar " E406

يتبع الأجار أجار السكريات 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 ينقى محلول الإستخلاص سواء بالتركيز بالتفريغ أو بإعادة التجميد والإنصهار ، يلي ذلك إجراء عمليات قصر الألوان على 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 باختلاف مصادر إستخراجه ولذلك يجب تقدير قوة الجيل له قبل استخدامه في أي منتج من منتجات الحلوى . ولا يذوب الأجار أجار في الماء البارد ولكنه يذوب في الماء عند 90 درجة مئوية ويكون جيل صلب عند تبريده إلى 30 - 40 درجة مئوية ، ولا يذوب هذا الجيل ثانية إلا عندما ترتفع درجة الحرارة عن 85 درجة مئوية .



ولا يتأثر الأحار بالحرارة عندما يكون pH المحلول متعادلا، [ويتحطم الأحار بسرعة في الوسط الحامضي، ويمكن التغلب على هذه المشكلة أثناء صناعة الحلوى بخفض درجة الحرارة إلى 60 درجة مئوية قبل إضافة أية أحماض عضوية ضمن مكونات الخلطة]

ويمكن الحصول على أقصى قوة جيلية للأحار عندما يتراوح pH المحلول بين 8 - 9 ويكون تركيز المواد الصلبة بين 76 - 78 % .

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

#### 2.1.4.3. الألبينات " E 401 " Alginate

تستخلص الألبينات من الطحالب البنية Brown algae وكذلك الطحالب البحرية البنية Brown seaweed وتتباين صفات الألبينات باختلاف مصادر استخلاصها ، ومن أهم الدول المنتجة لها الولايات المتحدة الأمريكية وفرنسا والمملكة المتحدة والنرويج .

ويتم استخلاصها من الطحالب بحامض معدني مخفف لتحويل الألبينات إلى حمض الألبينيك Alginic acid وفي نفس الوقت يزال المانيتول والأملاح المعدنية .

وبعد إزالة الأملاح المعدنية من الطحالب تطحن مع إضافة محلول قلوي يعادل حامض الألبينيك ويحوّله إلى الجينات ذائبة ، عندئذ يتم التخلص من المواد السليولوزية غير الذائبة بالترشيح والطفو والترسيب .

تعامل الألبينات مرة ثانية بحامض لترسيب حمض الألبينات الذي يغسل ويجفف .

تعاد معالجة حمض الألبينيك بالقلوي لإنتاج الألبينات .

تطحن الألبينات وتتخل لحجم جزئياتها المطلوب

ويتراوح الوزن الجزيئي لألجينات الكالسيوم بين 25,000-32,000  $(C_6H_7O_6)_2 Ca]n$ ، والوحدات الأساسية في تركيب الألجينات هي أحماض الجلوكورونيك Glucuronic ، المانيورونيك Mannuronic .

وتتكون الألجينات من سلاسل متجانسة من أحماض المانيورونيك ... " M-M

مرتبطة مع بعضها البعض ، وسلاسل متجانسة من أحماض الجلوكورونيك ... " G-G" مرتبطة مع بعضها البعض ثم سلاسل مختلطة من كلا الحامضين ... M-G-M- . وتزداد القدرة الجيلية للألجينات بزيادة نسبة أحماض الجلوكورونيك. ويمتاز جيل ألجينات الكالسيوم بالثبات الحراري أي لا ينصهر بالحرارة . ولا تذوب 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 . ولا تستخدم الألجينات بكثرة في صناعة الحلوى ولكنها تستخدم كمواد تغطية في بعض منتجات الحلوى لمنع التصاقها سويا بدلاً من استخدام الزيوت المعدنية .

### 3.1.4.3 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 . وتتكون الكاراجينان من وحدات عديدة من سكر الجالاكتوز المرتبطة بمركبات كبريتية متآينة . وهناك أنواع عديدة من الكاراجينان إلا أنها تشترك جميعاً في الشق الذي يمثل العمود الفقري لهذه المجموعة . ويتكون هذا الشق من وحدات من الـ D - جالاكتوز مرتبطة بالتبادل بروابط من النوع B - (1-4) والنوع a - (1-3) ، وهناك احتمال بوجود روابط منزوع منها الماء في وحدات الجالاكتوز عند المواضع 1 ، 4 . ويوجد نوعان رئيسيان من الكاراجينان هما الكابا Kappa واليوتا Iota ولهما القدرة على تكوين الجيل ويحتويان على مركب D-Galactose 4- sulphate يرتبط بالسلسلة الرئيسية في المواضع 1 ، 4 . والفرق الوحيد بين اليوتا والكابا كاراجينان في أن الأول يحتوي على مجموعة كبريت إضافية في مركب 3 ، 6 أنهيدروجالاكتوز .

ولا توجد كل من الكابا واليوتا كاراجينان أبداً في صورة نقية كل بمفرده بل عادة ما يوجدان في صورة مختلفة .



وتتميز أنواع الكاراجينان بالصفات التالية:

- 1- يذوب الكابا كاراجينان في الماء الدافئ 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 فيذوب في الماء الدافئ عند 55 درجة مئوية مكونا للجيل .
- 4- يكون اليوتا كاراجينان مع بروتينات اللبن جيل مرن لا ينز وينصهر ايضا بالحرارة .
- 5- هناك نوع آخر من مركبات الكاراجينان يعرف باللامبدا كاراجينان Lambda carrageenan يكون مع بروتينات اللبن جيل ضعيف جداً .
- 6- لمركبات الكاراجينان صفات عديدة فبالإضافة لأنها تعمل على تثبيت قوام منتجات الحلوى المختلفة فإنها تعمل على زيادة اللزوجة ولها القدرة على الإرتباط بالماء ، كما أنها تعمل أيضا كمواد إستحلاب.

#### 4.1.4.3 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 بالتلاوي liming فالاستخلاص عدة مرات بالماء الساخن . وفي أول مرات الاستخلاص يكون الجيلاتين أجود ولونه أفتح وقوته الجيلية أعلى ، أما الجيلاتين المستخلص من المراحل الأخيرة ، فلا يصلح إستخدامه في الغذاء ويفضل إستخدامه كمادة لاصقة .

ويقسم الجيلاتين طبقا لطريقة تحضيره إلى :

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

النوع B type : ويحضر بتحليل الكولاجين بالقلوي وتبلغ نقطة تعادله

الكهربي بين 4.5 - 5.2

يحضر الجيلاتين من صورة شرائح بكمية خطوات ١

وبعد إستخلاص الجيلاتين من مصادره المشار إليها يتم تركيز مستخلص

الجيلاتين حتى يصل تركيزه بين 30 - 40 % بواسطة مبخرات تحت تفريغ .

ثم يعقم محلول الجيلاتين المركز على 140 درجة مئوية ثم يبرد فجائيا للحصول على الجيلي .

يجفف الجيلي بالهواء الساخن في مجففات مستمرة حتى يصل المحتوى

الرطوبي للجيلاتين إلى حوالي 14 % وتصل نسبة البروتين في الجيلاتين إلى

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 المحتوى 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 باللورة السكروز وانفصال

المستحلبات .

4- يستخدم الجيلاتين إما كعامل مكون للجيل أو لإدخال الهواء Wipping or

Aerating agent لذلك فإنه يستخدم في صناعة منتجات الحلوى الجيلية أو

منتجات الحلوى المخفوفة .

5- من أهم صفات الجيلاتين كمادة مكونة للجيل قدرته على تكوين جيل طري

ينصهر عند درجة حرارة الجسم تقريبا .

6- ينصهر جيل الجيلاتين بالتسخين ويتصلب بالتبريد على درجة حرارة تعتمد

على تركيزه .

7- من أهم مميزات الجيلاتين كمادة قابلة للخفق إنتاج رغوة كثيفة ولا تنهار

قبل تصلب الجيل .



8- قبل إذابة الجيلاتين في الماء ، يتم غمره في الماء البارد فيمتص من خمسة إلى 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 على درجة الحرارة .

9- يمتص الجيلاتين من خمسة إلى 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 واستخدامه في التصنيع .

11- حيث أن الجيلاتين حساسا للأحماض فعادة ما تضاف الأحماض العضوية في الحلويات التي تحتوي على جيلاتين في نهاية خطوات التصنيع لأن إضافتها في بداية خطوات التصنيع تؤدي 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 على مقاومة الإختراق Bloom باستخدام جهاز يعرف بالجيوميتر . وتتلخص طريقة تقدير قوة الجيلي فيما يلي :

\* يحضر محلول مائي من الجيلاتين بتركيز 6.67 % في ورق زجاجي بفوهة واسعة .

\* يوضع ورق محلول الجيلاتين في حمام بارد على 10 - 1 درجة مئوية لمدة 17 ساعة .

\* تقدر صلابة الجيل المتكون بعد تبريد محلول الجيلاتين بجهاز الجيوميتر gelometer ، وذلك بحساب الوزن بالجم اللازم لهبوط غاطس بقطر 12.7 مم . مسافة قدرها 4 مم من سطح الجيل . وكلما زاد الغاطس الذي يخترق الجيل كلما زادت قوة الجيل أو مقاومة الإختراق Bloom rating .

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

حل / اضافات  
من الحلوي طر  
على الجيل في  
خطوات التصنيع

ويوضح جدول (3.3) العلاقة بين تركيز محلول الجيلاتين الذي تعطى 100 درجة مقاومة الإختراق Bloom strength وتركيز محلول الجيلاتين الذي يعطى 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 وما يكافئها من تركيزات محاليل جيلاتين أخرى لها درجات مقاومة إختراق مختلف .

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

المصدر :

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

(13-) يمكن إستخدام الجيلاتين مع البكتين والأجار والنشا ، وصمغ الأكاسيا في خلطات الحلوى .

#### 5.1.4.3 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 لبروتوبكتين .



\* تزال المواد غير الذائبة في محلول الحامض بالضغط والترشيح وفي وجود عوامل مساعدة للترشيح Filter aids

\* يتم تركيز محلول البكتين باستخدام 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 حتى يغسل في النهاية بكحول نقي .

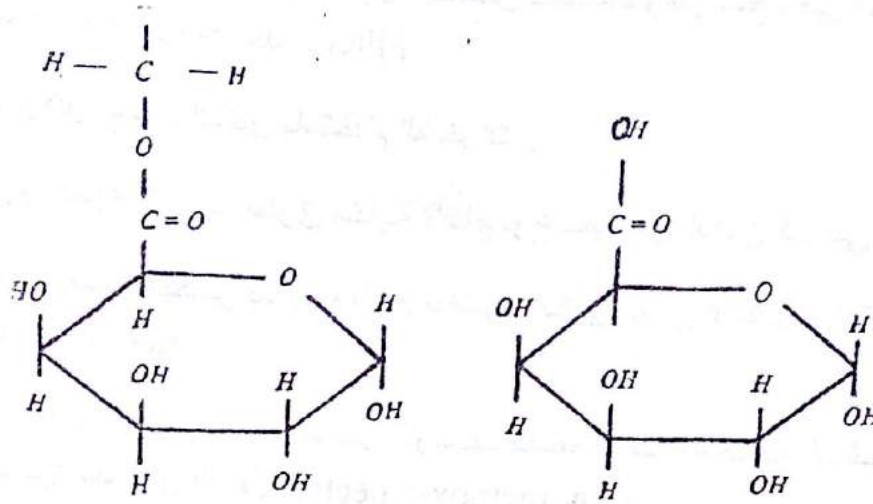
\* تضغط ألياف البكتين ثم تجفف تحت تفريغ ونطحن وتنخل لحجم الجزيئات المطلوبة .

\* يمكن ترسيب البكتين على صورة ملح غير ذائب ثم يزال الأمونيوم بالغسيل بالكحول الحمضي .

ويتكون البكتين كيميائياً من عدة مئات من وحدات حمض الجالاكتورونيك Galacturonic acid المرتبطة مع بعضها بالرابطة 4-1 ويتراوح الوزن الجزيئي للبكتين بين 20 000 إلى 100 000 . تجري عملية ميثلة لوحدات حمض الجالاكتورونيك فتؤثر درجة الميثلة على صفات البكتين تأثيراً كبيراً

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

وتعرف النسبة بين مجموعات حمض الجالاكتورونيك المميثلة MGA لعدد وحدات حمض الجالاكتورونيك الكلية في جزئ البكتين بدرجة الميثلة Degree of Methylation ( DM)



شكل (3.3) 1- Galacturonic acid حمض الجالاكتورونيك 2 - Methoxylated galacturonic حمض الجالاكتورونيك المرتبط بمجموعة ميثيل

أو هي عدد وحدات الميثيل في كل 100 وحدة حمض جالاكتورونيك . فإذا ما زادت هذه النسبة عن 50 يطلق على البكتين ... البكتين عالي الميثيل High methoxyl pectin وإذا ما انخفضت هذه النسبة عن 50 يعرف البكتين بالبكتين منخفض الميثيل Low methoxyl pectin .

أما البكتين الأميدي والذي يحضر بتحويل مجموعة الكربوكسيل لمجموعة أميد "CO-NH<sub>2</sub>" فتعرف درجة أميديته بمتوسط عدد مجاميع الأميد في كل 100 وحدة حمض جالاكتورونيك وقد حددت التشريعات الغذائية في معظم الدول بآلا تزيد درجة الأميدية Degree of amidation في هذا النوع عن 25% . كذلك لم تحدد التشريعات الغذائية حدود قصوى لاستهلاك الإنسان من البكتين عالي الميثيل . أما البكتين منخفض الميثيل فقد حددت التشريعات الغذائية حدود قصوى لاستهلاك الإنسان اليومي لها Acceptable Daily Intakes .

وفيما يلي بعض أهم الإعتبارات الواجب مراعاتها عند إستخدام البكتين في

صناعة منتجات الحلوى المختلفة:

علل / توضح درجة مشكلة وجدان حمض الجالاكتورونيك في جزء البكتين ؟

(1) تختلف صفات الجيل بين نوعي البكتين ففي حين لا ينصهر جيل البكتين عالي الميثيل كلية بعد تكوينه ، يتميز جيل البكتين منخفض الميثيل بأنه يمكن أن يتكون مرة أخرى عند تبريده بعد إنصهاره Thermoreversible .



(2) يستخدم البكتين عالي الميثيل في تصنيع جيلي الفواكهة الحامضية بينما يستخدم البكتين منخفض الميثيل في منتجات الحلوى التي يقترب رقم الحموضة "pH" لها من التعادل .

(3) يمكن إستبدال جزء من الجيلاتين بالبكتين ( حتى 25% ) دون حدوث تغيرات معنوية في قوام منتجات الحلوى . أما إذا استبدل أكثر من 25% من الجيلاتين بالبكتين فإن قوام منتجات الحلوى 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 الحلوى يجب ضبط رقم الحموضة (pH) أثناء التصنيع .

#### 6.1.4.3. النشا Starch ستخرج النشا من مصادر متعددة ؟

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 أوروبا 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 الأخرى في أنها في صورتها الطبيعية لا تذوب في الماء وتكون معلق . ويمكن تمييز أصل النشا بفحص حبيباتها بالميكروسكوب حيث يختلف شكل حبيباتها باختلاف مصادرها .

وعند تسخين النشا في الماء تبدأ حبيباته في إمتصاص الماء وتنتفخ وعند تسخينها لدرجات حرارة أعلى تنفجر الحبيبات وتزداد اللزوجة عندما تبدأ الجلطنة ثم تقل بارتفاع درجة الحرارة وبالتبريد تزداد اللزوجة بسرعة كبيرة ويتكون القوام الجيل . ويتميز الجيل بلونه الأبيض غير الشفاف ونعومة قوامه كما أنه لا يتأثر كثيرا بالتغيير في رقم الحموضة (pH) لأن جزئ النشا لا يحمل شحنات قابلة للتأين .

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

**علل** ويختلف سلوك أنواع النشا المختلفة عند التسخين فعلى سبيل المثال يتجلتن نشا البطاطس عند درجات حرارة أقل من نشا الذرة (جدول 4.3) ، كما تتميز نشا البطاطس بأن أقصى لزوجة تكون أقل في نشا البطاطس عنها في نشا الذرة ويتميز نشا الأميلوبكتين بأنه لا يتجلتن لذلك لا تظهر فيه هذه الزيادة في اللزوجة .

ومن أكثر أنواع النشا إستخداما في صناعة الحلوى نشا البطاطس إذ يكون الجيل عند تركيز منخفض كما لا يحتوي على 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

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

وهناك أنواع من النشا المحتوية على نسبة مرتفعة من الأميلوز قد تصل من 50-75% وتسمى النشا عالية الأميلوز High amylose starches وهي تنتج من أصناف معينة من الذرة المنتجة بتكنولوجيا الهندسة الوراثية . وتستخدم النشا عالية الأميلوز في صناعة بعض أنواع الحلوى الصلبة حيث يتجلتن



الأميلوز على درجات حرارة مرتفعة تصل لحوالي 120 درجة مئوية كما يستقر بسهولة عند التبريد مكونا قواما صلبا ثابتاً .

كذلك يتم تعديل التركيب الكيميائي للنشا لإكسابها خواص طبيعية أفضل ولتحقيق أغراض معينة في صناعة الحلوى ، وكذلك لتعديل الصفات الريولوجية للنشا . ومن أمثلة تلك الأنواع معدلة التركيب الكيميائي " Thin boiling starches " النشا المنخفضة في نقطة الغليان وتتميز بلزوجة أقل بسبب انخفاض وزنها الجزيئي عن النشا العادي، والنشا المؤكسد Oxidized starches ويتم إنتاجها بإجراء عملية أكسدة لجزيئ النشا بالهيبوكلوريت حيث تسبب أكسدة جزيئ النشا انخفاض في قابليته لتكوين الجيل، والنشا المعامل بحامض الفوسفوريك ..... إلخ .

### 5.3. عوامل إدخال الهواء Aerating or Whipping Agents

تستخدم هذه المواد في صناعة بعض منتجات الحلوى للمحافظة على الهواء المدفوع في مخلوط الحلوى نتيجة لعمليات الضرب beating والخفق Whipping ، وتعمل عوامل إدخال الهواء (أو إنتاج الرغوة) على الاحتفاظ بخلايا أو فقائيع هوائية بداخل تركيبها وتخفيض من الوزن النوعي لمخلوط الحلوى فيزداد حجمها ويقل وزنها ويمتاز قوامها بالهشاشة وتلك صفات مرغوبة في بعض منتجات الحلوى .

وبوجه عام إذا تم إدخال أو دفع الهواء في أي مادة جيلية بطرق ميكانيكية (كالضرب والخفق) أو كيميائية (كإنتاج  $O_2$ ) واستقر شكل المادة الجيلية بعد دفع الهواء فيها ، يطلق عليها حينئذ منتج مخفوق أو مشبع بالهواء Whipped or aerated product .

علل  
ترتبط  
الزوجة  
عوامل  
اله

وتتميز عوامل إدخال الهواء بالقدرة على إنتاج الرغوة وتقاس هذه الصفة بحجم الرغوة Foam volume [أما الصفة الأكثر أهمية فهي مدى ثبات الرغوة الناتجة Foam stability وتحملها لعمليات التصنيع . ويرتبط حجم وثبات الرغوة بلزوجة محلول المادة الجيلية فعندما تكون اللزوجة أقل تنتج رغوة وفيرة ثباتها ضعيف ، وتؤدي زيادة اللزوجة لإنتاج رغوة أقل وثبات أعلى]

ومعظم عوامل إدخال الهواء بروتينات أو شقوق بروتينات ، وكلما زادت نسبة المجاميع الهيدروفوبية ( الكارهة للماء ) في البروتينات تقل قدرتها على إنتاج الرغوة وللدهون تأثيرا مثبتا على الرغوة وثباتها في معظم خلطات

الحلوى التي يدخل في تركيبها عوامل إدخال الهواء ، ويستثنى من ذلك البيومين البيض .

ومن أهم المواد المستخدمة كمعامل لإدخال الهواء في صناعة بعض منتجات الحلوى ما يلي :

\* البيومين البيض المجفف .

\* بروتينات اللبن مثل اللبن الفرز المجفف بالرذاذ ، والشرش ، او مخلوط الشرش مع اللبن الفرز ، او الكازين واللبن المتحلل .

\* بروتينات الصويا .

\* أنواع خاصة من الجيلاتين .

\* بعض المواد غير الغذائية مثل مشتقات السليلور كالكربوكسي ميثيل سليولوز ، الايثيل ميثيل سليولوز .

وفيما يلي نبذة مختصرة عن بعض هذه المواد :

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

\* بروتينات اللبن : لبعض بروتينات اللبن صفات جيالية ، ويمكن لبعضها أن تصبح عوامل إدخال هواء بعد تعديل صفاتها ، فقد أنتج من بروتينات اللبن أحد عوامل إدخال الهواء واسمه التجاري Hyfoama وقد نجح استخدامه في عدة منتجات للحلوى بمفرده أو مع مخلوط من العوامل الجيلية وعوامل إدخال الهواء ، وتجدر الإشارة إلى تأثير معظم عوامل إنتاج الرغوة سلبيا بوجود الدهن عدا البيومين البيض .



\* بروتينات الصويا : كانت نكهة الصويا beany flavor في بروتينات الصويا تعوق إستخدامها في منتجات الحلوى حتى 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 كمادة منتجة للرغوة . وتتميز بروتينات الصويا بأن إنتاجها للرغوة لا يتأثر سلبيا بطول مدة الخفق كعوامل إدخال الهواء الأخرى .

### 6.3. الصموغ Gums

إفرازات نباتية فمنها ما يسيل من الأشجار عند حدوث جرح على سطحها الخارجي وتتحول إلى مادة صلبة عند تعرضها للجو، ومنها ما يستخرج من البذور، ومنها ما ينتج بالتخمير الميكروبي. والصموغ عبارة عن مخاليط مواد معظمها سكريات عديدة وتمتاز بمحاليها الغروية اللزجة وبقوتها اللاصقة عند جفافها وهي عادة لا تكون 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 على الصموغ بسبب صعوبة تصديره من الدول المنتجة وعدم تحقيقها لمواصفات الجودة المطلوبة عالميا، وظهور منتجات النشا معدلة التركيب والتي أمكن إستخدامها كبدايل للصموغ لتشابه الصفات الريولوجية والوظيفية بينهما .

. وفيما يلي نبذة مختصرة عن بعض أنواع الصموغ :

1.6.3. صموغ مستخلصة من الأشجار: مثل الصمغ العربي أو صمغ الأكاسيا "E414"، صمغ التراجكانث ( الكثيرة ) "E413" Tragacanth ، صمغ اللبان Gum chicle .

وعادة ما تنقى الصموغ قبل إستخدامها في التصنيع بإزالة الرمل والحجارة منها ثم إذابتها، وترشيح محلولها أو إجراء طرد مركزي لها لإزالة أي مواد غريبة ، ثم ترسب أو تركز وتخفف.

ومن أهم استخدامات الصمغ العربي أو صمغ الأكاسيا Gum acacia or

علل/تعد صفات وظيفية للصموغ

gum Arabic

1- يستخدم صمغ الأكاسيا في إنتاج حلوى اللبان المنكهة بنكهات مختلفة .

- ٢- يستخدم في مكونات شراب تغطية Panning أنواع كثيرة من الحلوى
- ٣- يستخدم كمثبط لعملية تبلور السكريات بسبب وزنه الجزيئي العالي ولزوجة محاليله .
- ٤- ويمكن استخدام صمغ الأكاسيا في خلطات مع أنواع الصمغ الأخرى أو المواد المكونة للجيل .
- ٥- تعتمد حلوى الباستيلية المعروفة منذ مائة عام في إنتاجها على صمغ الأكاسيا .
- أما صمغ التراجاكانث فهو صمغ عديم الرائحة لزج ويوجد في صورة مسحوق أو قطع ، أصفر اللون ، ولا يستخدم بكثرة في صناعة الحلوى .
- 2.6.3. صمغ مستخلصة من البذور : مثل صمغ بذور الخروب Locust bean gum ، صمغ الجوار Guar gum . وفيما يلي نبذة مختصرة عن صمغ بذور الخروب .

ويستخرج صمغ بذور الخروب من إندوسبرم بذور الخروب التي تنمو أشجارها في منطقة لإذابة الصمغ ثم ينقي محلول الصمغ بالترشيح. ولترسيب الصمغ يستخدم كحول الأيزوبروبيل، ولهذا الصمغ لزوجة عالية جداً مما يجعل له استخدامات عديدة في منتجات الحلوى. فيستخدم هذا الصمغ الذي يذوب عند 80 درجة مئوية كمادة مغلظة للقوام Thickening agent، كما يستخدم أيضاً مع الكابا كاراجينان لتكوين جيل مطاط متماسك ومع الآجار لتكوين جيل الآجار صلب القوام .

3.6.3. صمغ منتجة ميكروبيا : [مثل صمغ الزانثان Xanthan ، صمغ الجيلان "E418" Gelan gum] وينتج الأول عن طريق التخمير الهوائي بميكروب Xanthomonas campestris وينتج الثاني بالتخمير الهوائي بميكروب Pseudomonas elodea، وتتكون مواد التفاعل عادة من بيئة مغذية تحتوي على كربوهيدرات ومصدر للنيتروجين وبعض العناصر الأساسية وتضبط ظروف التخمير 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 وأستراليا .... الخ بالموافقة على إضافة صمغ الجيلان لقائمة المواد المضافة المسموح باستخدامها في منتجات الحلوى .

### 7.3. الدهون والمواد المتعلقة بها Fats and related ingredients

درست في مقرري الكيمياء الحيوية، تكنولوجيا الزيوت والدهون كيميائياً الزيوت والدهون، الأحماض الدهنية وتركيبها ودرجة تشبعها والجليسيريدات الثلاثية وتركيبها من الأحماض الدهنية واختلاف صورها وأشكالها، الفوسفوليبيدات والستيرولات، المواد الأخرى في الزيوت والدهون وإنتاج الزيوت والدهون والمعاملات المختلفة التي تجري عليها لتصبح صالحة للاستهلاك الأدمي مثل الإستخلاص، إزالة الصمغ. 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 الشلج - زيت الزيتون - زيت الذرة ، طرق الحكم على جودة الزيت ، إنتاج الزيوت المهدرجة وبدائل زبدة الكاكاو .

أما ما سوف نسترجعه في هذا المقرر هو أهم الاعتبارات التي تحدد إختيار نوع معين من الدهن أثناء تصنيع الحلوى مثل :

- 1- سلوكيات وتغيرات قوام الدهن أثناء الأكل .
- 2- نكهة الدهن أثناء الأكل .
- 3- فترة صلاحية منتجات الحلوى وموانمة الدهن المستخدم في خلطة الحلوى لطول فترة الصلاحية .

4\*الصفات الوظيفية للدهن أثناء التصنيع وتأثيره على قوام الخلطة وقابليتها للإنتشار .

5\*أسعار الدهون

وتعتبر تغيرات قوام الدهن أثناء أكل منتجات الحلوى من أهم الصفات التي يعطيها المستهلك القدر الأكبر من الإهتمام عند شرائه لها ويقصد بسلوكيات أو تغيرات قوام الدهن أثناء الأكل كمية الدهن المتبقى صلباً في الفم أثناء الأكل . فالقشدة على سبيل المثال تنصهر بسرعة في الفم لتعطي قواماً سائلاً أثناء

المضغ . لذلك تفضل الدهون التي تنصهر بسرعة في الفم على درجة حرارته ( 37 درجة مئوية ) حتى لا تترك الإحساس بالطعم الشحمي في الفم بعد البلع . وعلى العكس من ذلك يفضل في الدهون التي تستخدم في خلطة التوفي أن تكون درجة حرارة إنصهارها أعلى قليلاً من 37 درجة مئوية لتكسب قوام التوفي المرونة المميزة له أثناء المضغ وتستخدم الزبدة أو زيت التخليل لتحقيق ذلك .

أما نكهة الدهن أثناء أكل منتجات الحلوى فيفضل أن تكون غير واضحة حتى لا تؤثر سلباً على نكهة منتجات الحلوى. وهناك بعض الزيوت كزيت جوز الهند، وكذلك زبدة الكاكاو تكسب منتجات الحلوى نكهة مميزة مرغوبة.

تتباين فترات صلاحية منتجات الحلوى المختلفة فتتراوح بين ثلاثة أشهر لأنواع الكيك المختلفة وما يشابهها وتصل إلى عام في التوفي. ولذلك يجب الاهتمام باختيار الزيوت الثابتة للتخزين في منتجات الحلوى التي تخزن لمدة طويلة. ومما هو جدير بالذكر أن الدهون التي تحتوي على نسبة عالية من الحمض الدهني اللوريك تميل لإكساب الحلوى طعم الصابون أثناء التخزين .

ولصفات الدهن الوظيفية أثناء التصنيع أهمية خاصة فسهولة الإستحلاب، وتأثير الدهن على قوام ومطاطية عجينة الحلوى أثناء التصنيع، وتوزيع الدهن ... إلخ، كل هذه الصفات تعتمد على نوع الدهن المستخدم.

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

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

أما أهم المواد المتعلقة بالدهون وتستخدم في أنواع الحلوى المختلفة :



### 1.7.3. الليسيثين Lecithin

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

توزيع الدهن جيداً في مخلوط الحلوى ومنع انفصاله .

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

كذلك يعمل الليسيثين كمادة مرطبة Wetting agent

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

### 2.7.3. الجليسريل أحادي الستيرات Glyceryl monostearate :

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

ويتميز الجليسريل أحادي الستيرات بتحسين الخواص الإنسيابية للحلوى اللزجة، كما يحسن من مظهر قطع الحلوى عند قطعها بالسكين.

على تعدد وظائف عوامل تسهيل الحركة

### 3.7.3. عوامل تسهيل الحركة Release agents

تستخدم هذه المواد لتشحيم المعدات المستخدمة في صناعة أنواع حلوى السكر لمنع إلتصاقها بمعدات الإنتاج والتغليف، وقد تستخدم الزيوت المعدنية المرتفعة اللزوجة والعديمة الرائحة ومتعادلة المذاق، هذا وقد ظهرت في الآونة الأخيرة بعض الإعتراضات على إستخدامها، وقد يستخدم بدلا منها بعض مشتقات الزيوت النباتية إلا أنه يعيبها احتمال حدوث ترنخ على سطح الغشاء الرقيق

الموجود على سطح الحلوى أثناء التخزين . ومن أهم مركبات الزيوت النباتية المستخدمة كعوامل لتسهيل الحركة جليسيريدات الأسيتيل .

وتؤدي عوامل تسهيل الحركة والوظائف التالية :

تكوين غشاء رقيق على سطح الحلوى يؤدي لتجنب الجفاف السطحي والتصلب الناجمين عن فقد الرطوبة . تعمل على خفض معدل انحلال الدهن ، تثبيط نمو الفطريات ، زيادة لمعان قطع الحلوى .

وقد تضاف عوامل تسهيل الحركة للحلوى برشها على هيئة رذاذ في نهاية خطوات التصنيع لتكوين غشاء رقيق منها على سطح الحلوى . وتستخدم هذه المواد عادة في صناعة الحلوى المغلية وفي إنتاج حلوى العرقسوس .

أما الشموع : فتستخدم في صناعة الحلوى كمادة لزيادة اللمعان Glazing كما تستخدم كعوامل لتسهيل الحركة وأهم أنواع الشموع المستخدمة، شمع الكارنوبا Carnauba ، شمع النحل ، شمع البرافين ، شمع الكوندليا Condellia.

### 8.3. منتجات الألبان المستخدمة في صناعة الحلوى

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 الحلوى والشوكولاتة قد تعتبر منتجات الألبان من المكونات الأساسية للخلطة أو قد تضاف بنسب ضئيلة لتؤدي وظائف معينة كعوامل لإدخال الهواء ، ولتحسين الطعم ، كمادة مستحلبة .... الخ .

### 9.3. المواد الملونة المستخدمة في بعض منتجات الحلوى

يجب ألا يكون الغرض من إضافة المواد الملونة إلى منتجات الحلوى جذب وخداع المستهلكين أو خلق الإنطباع بأن مكونات مكلفة ( مرتفعة الأسعار ) استخدمت في إنتاج الحلوى . ويلعب اللون المرغوب لمنتجات الحلوى دوراً كبيراً في زيادة إقبال المستهلكين عليها خاصة الأطفال ، هذا وقد احتل اللون المركز الثاني بعد درجة الطراوة واحتل الطعم المركز الثالث في إحدى الدراسات التي أجريت على مجموعة المستهلكين لقياس أفضل الصفات الحسية لمنتجات الحلوى .



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

- 1- اصطناعية Sycthetic ولا تماثل الألوان الطبيعية .
  - 2- إصطناعية Synthetic وتماثل الألوان الطبيعية من حيث تركيبها الكيميائي وخواصها.
  - 3- طبيعة Natural اللجنة المشتركة
- هذا وقد أصدرت اللجنة المشتركة لمنظمتي الأغذية والزراعة FAC الصحة العالمية WHO قائمة بالمواد الاصطناعية الملونة ، المعروفة والمختبرة والمصرح باستخدامها 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	<b>AZO Colors</b>	
Erythrosine	أحمر	Tartazine	أصفر
Indigotine	أحمر / 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 الاقتصادية الأوروبية "EEC" قائمة بالملونات المصرح باستخدامها غذائيا وقسمت هذه القائمة إلى مجموعات فهناك مجموعات اللون الأحمر ، الأصفر ، والبرتقالي ، الأخضر ، الأزرق ، البني ،

الأسود ، ويوضح جدول (6.3) مقتطفات من هذه القائمة ومصادر المادة الملونة وبعض صفاتها .

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

الرقم الكودي	المادة الملونة	المصدر	بعض الصفات
<b>المواد الملونة الحمراء Red colors</b>			
E120	Carmine	طبيعي	يذوب في الماء - مقاوم للعوامل المؤكسدة والمختزلة - سهل التلاشي - الحد الأقصى المسموح به 50 مجم/كجم.
E122	Carmoisine	إصطناعي	يذوب في الماء ولا يذوب في الدهون - الحد الأقصى المسموح به 20 مجم/كجم أو 100 مجم/كجم في الجيلاتين.
E127	Erythrosine	إصطناعي	ذوبان محدود في الماء - لا يستخدم في المنتجات الحامضية - الحد الأقصى المسموح به 50 مجم/كجم
<b>المواد الملونة الصفراء والبرتقالي Yellow and Orange colors</b>			
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 ولا يتغير لونه بالضوء.
<b>المواد الملونة الخضراء Green colors</b>			
E110	Chlorophyll	طبيعي	يذوب قليلا في الماء - يشحب لونه بتأثير الضوء - الحد الأقصى المسموح به 500 مجم/كجم
E142	Green S	إصطناعي	يذوب في الماء - الحد الأقصى المسموح به 100 مجم/كجم
<b>المواد الملونة الزرقاء Blue colors</b>			
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/كجم			
يذوب في الماء - يشحب لونه بفعل العوامل المختزلة - الحد الأقصى المسموح به 50 مجم/كجم	طبيعي، إصطناعي	Indigo carmine	E132
<b>Brown colors</b> المواد الملونة البنية			
يذوب في الماء - الحد الأقصى المسموح به 500 مجم/كجم	طبيعي	Caramel	E150
<b>Black colors</b> المواد الملونة السوداء			
يذوب في الماء - يتغير لونه في المحاليل الساخنة لشراب الجلوكوز - الحد الأقصى المسموح به 50 مجم/كجم	إصطناعي	Black PN	E151
لا يذوب في الماء - الحد الأقصى المسموح به 1500 مجم/كجم	طبيعي	Vegetable black	E153

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

**على** وفيما يلي بعض الإعتبارات الواجب مراعاتها عند استخدام الألوان في منتجات الحلوى

1- تفضل السلطات الصحية في كثير من الدول استخدام المواد الملونة الطبيعية بدلا من الاصطناعية ، وقد اظهرت التجارب أن قوة تلوين الملونات الطبيعية كافية لمعظم الأغذية ومنتجات الحلوى بصفة خاصة .

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

3- يتم إعداد الألوان بطرق مختلفة فمنها ما يذاب في الماء قبل إضافته لمنتجات الحلوى ومنها ما يذاب في الزيوت في منتجات الحلوى التي يضاف إليها دهون . هذا وقد تطحن المواد الملونة وتخلط مباشرة بالعجينة الأساسية للحلوى .

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

5- تحتاج كل خلطة حلوى لتركيز معين من المواد الملونة يختلف من خلطة لأخرى نظراً لإختلاف المكونات .

6- تؤدي بعض مكونات الحلوى خاصة أثناء عمليات التصنيع للتأثير على الألوان فتصبح باهتة Fade أو شاحبة . ويزداد هذا التأثير عندما يكون لون الحلوى 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 للحلوى ، فلون الفوندان يكون ناصعاً ، وعندما تخفق خلطة الفوندان لإدخال الهواء فيها يفقد اللون كثيراً من توهجه ولمعانه ، كما يتغير مظهر الملبن كثيراً عندما يقطع ويتعرض سطحه الداخلي للهواء الجوي .

8- يوضح جدول (7.3) تأثير الألوان بمحاليل ثاني أكسيد الكبريت ، السكر المحول ، السكر المحول والضوء ، وما يحدث لها أثناء تصنيع الحلوى المغلية .



## جدول (7.3) : ثبات الألوان أثناء تصنيع منتجات الحلوى

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

1- بهتان سريع للون 2- بهتان خفيف للون 3- لا يتأثر اللون

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

يستخدم الكراميل في منتجات الحلوى كالتوفي والبودنج كمكسب للون والطعم

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

وعند pH أعلى من نقطة التعادل الكهربائي سعر يتحمل الكراميل بشحنة سالبة . وعادة يوجد نوعان من الكراميل الأول وله نقطة تعادل كهربائي في حدود 7 والثاني نقطة تعادله الكهربائي في حدود 3 ، ويستخدم كل منهما في منتجات الحلوى المناسبة .

ويوضح شكل (4.3) نقطتي التعادل الكهربائي لنوعي الكراميل ونوع الشحنات التي يحملها كل نوع ، وصفات الذوبان .

شكل (4.3): نقطة التعادل الكهربائي لنوعي الكراميل

كراميل 2				كراميل 1
10	10	لا يتربسب الكراميل	10	كراميل محمل بشحنات سالبة
9	9		9	
8	8		8	
7	7		7	نقطة التعادل الكهربائي
6	6		6	
5	5	يتربسب الكراميل	5	كراميل محمل بشحنات موجبة
4	4		4	
3	3	.....	3	
2	2	لا يتربسب الكراميل	2	
1	1		1	

### 10.3. المواد المنكهة Flavoring materials

مجموعة من المركبات العطرية تضاف إحداها أو مخلوط منها لمنتجات الحلوى لتكسيبها صفات النكهة المميزة لها . وتشمل المواد المكسبة للنكهة ( المنكهة ) ما يلي :

1- المواد النباتية العطرية : مثل الأعشاب والتوابل والفانيليا ، والفواكه ، والنقلبات ، والنباتات العطرية .

2- المنتجات المشتقة مباشرة من المجموعة السابقة كالمستخلصات، المستخلصات الكحولية. والزيوت العطرية والزيوت الراتنجية، وعصائر الفواكهة ومركزاتها.

3- المواد الكيميائية النقية أو المعزولة من المنتجات الطبيعية مثل مركب اليوجينول eugenol المستخلص من زيوت أوراق القرفة، مركب السترال citral المستخرج من زيت حشيشة الليمون.



4- المركبات الاصطناعية المحضرة من منتجات طبيعية مثل الفانيلين المحضر من ليجنين الخشب .

5- المركبات الكيميائية المحضرة بطرق اصطناعية والمماثلة في تركيبها الكيماوي لمركبات عطرية طبيعية المصدر .

6- المركبات العطرية الاصطناعية التي لا يوجد لها مثيل في الطبيعة مثل مركب gamma-undecalactone .

7- محسنات النكهة flavor enhancers مثل المالتول maltol .

8- محسنات الطعم المعروفة كالمح والسكريات والمحليات والأحماض العضوية .

9- المذيبات أو المواد الحاملة للنكهات solvent or flavor carrier .

وفيما يلي أهم الاعتبارات الواجب مراعاتها عند إستخدام المواد المنكهة في صناعة منتجات الحلوى.

(1) يفضل المستهلكين الفواكه الطبيعية كمكسبات للنكهة إلا أن أغلبها يكون ضعيف القوة عند استخدامه كمكسب للنكهة في منتجات الحلوى . لذلك يفضل تركيز الفواكه الطبيعية عادة تحت تفريغ حتى لا تتطاير نسبة كبيرة من مكونات نكهتها . وتستخدم مركزاتها في منتجات الحلوى .

(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 المذيبات، وتستخدم في صناعة الشوكولاتة والحلوى الزيوت الطيارة التالية: زيت اللوز - زيت الكراوية - زيت الحبهان - زيت القرفة الصيني - زيت الشبت - زيت الليمون - زيت القرنفل - زيت الكزبرة - زيت الحبهان - زيت قشور الموالح ( الليمون - البرتقال - النارج ) - زيت النعناع - زيت الورد .... الخ.

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

3- تميل التشريعات الغذائية بل وتفضل استخدام المنكهات الطبيعية وتحد من استخدام المنكهات الاصطناعية في صناعة منتجات الحلوى المختلفة.

4- عند تخزين المواد المنكهة ، يجب أن يحدد على بطاقة عبواتها تاريخ الإنتاج وتاريخ انتهاء الصلاحية ، كما يجب أن تكون عبواتها مملوءة حتى لا تتعرض للأكسدة الهوائية كما تخزن عادة في جو بارد ( 4 درجة مئوية ) وفي الظلام ، وفي عبوات لا تتفاعل معها .

5- عند اختيار المواد المنكهة لمنتجات الحلوى المختلفة فيجب مراعاة تحملها لظروف التصنيع فعلى سبيل المثال تعامل الحلوى الصلبة ( المغلية ) Hard candy بدرجة حرارة عالية تصل إلى 154 درجة مئوية لمدة قصيرة ، ثم تستمر لمدة أطول على 140 درجة مئوية لذلك يجب ألا يتطاير إلا جزء محدود من المواد المنكهة أثناء تلك المعاملة الحرارية حتى لا تتغير نكهة المنتج النهائي للحلوى الصلبة . وعادة ما تضاف المواد المنكهة للحلوى 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 الموالج) أثناء التخزين مما يؤدي لتكون نكهة التزنخ غير المرغوبة ، ولذلك يجب التأكد من قوة مقاومة المواد المنكهة للتأكسد خاصة في منتجات الحلوى المشبعة بالهواء (المخفوقة ) كالنوجا والمارشمالو .

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

8- عند استخدام منكهات طبيعية في تصنيع منتجات الحلوى يجب إتخاذ كافة الاحتياطات لضمان سلامتها الميكروبيولوجية ، ويفضل تعقيمها حراريا إذا كان تركيبها الكيماوي لا تتأثر 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 الحلوى وطريقة التصنيع على النكهة النهائية للمنتج مما قد يعطي نكهة مغايرة لحد ما للنكهة الأصلية للمواد المنكهة المضافة .



10- تضاف للبان المضغ chewing gum نسبة أعلى من المواد المنكهة عن منتجات الحلوى الأخرى نظرا لقدرة المركبات الصمغية المستخدمة في صناعته على إمتصاص كمية كبيرة من مواد النكهة دون أن تظهر زيادة في إحساس الإنسان بكثافة هذه النكهة مقارنة بأنواع الحلوى الأخرى .

علل / اضيف للبلم الطمخغ نسبة أعلى من المواد المنكهة

## الباب الرابع

# تكنولوجيا الحلوى



## تكنولوجيا الحلوى Confectionery Technology

### 1.4 - مقدمة Introduction

يرجع منشأ أو أصل كلمة حلوى Confectionery إلى الأصل اللاتيني Confection والتي تعني Made up . وتستعمل ... كلمة Candy في الولايات المتحدة الأمريكية والتي يرجع أصلها للكلمة الهندية Khandi أو الفارسية Kandisefid .

وقد بدأت صناعة الحلوى تاريخيا منذ إكتشاف الإنسان لعسل النحل Honey حيث أستخدم في تصنيع أنواع ومنتجات عديدة من الحلوى منذ أزمنة بعيدة وذلك قبل معرفة إستخراج وصناعة السكر . ولقد وجد في آثار قدماء المصريين تركيبات وطرق صناعة أنواع متعددة من الحلوى يدخل فيها عسل النحل كمكون أساسي مع خلطة ببعض أنواع الفاكهة والحبوب لإنتاج أنواع وأصناف عديدة من الحلوى .

ولقد دلت الدراسات التاريخية أن بعض الخامات التي تستخدم حاليا في صناعة الحلوى كانت مستخدمة منذ عصور ما قبل الميلاد مثل الصمغ العربي والعرقسوس.

وكان أول إنتاج للسكر المتبلور من قصب السكر في الهند وذلك في العصر المسيحي وكان يقدم السكر ضمن الجزية التي تدفع لإمبراطور الصين من الحكومة الهندية ... ثم إنتشر بعد ذلك في فارس وفي الجزيرة العربية .

وأطلق على السكر في فارس اسم Kandisefid ومنها إشتقت كلمة Candy للدلالة على اسم السكر في البداية وسمى السكر في الهند باسم Shekar ثم عرف الاسم الحالي Sugar ونقل بعد ذلك إلى صقلية لأوربا وأفريقيا .

وتعتبر السكريات هي المكون الرئيسي في جميع أصناف الحلوى وذلك بعد خلطها بمكونات أخرى تختلف في صفاتها وكمياتها في خلطة الحلوى وذلك لإظهار الخصائص المميزة لكل نوع منها .

ومما هو جدير بالذكر أن صناعة الحلوى بأصولها الحديثة يرجع الفضل فيها لفرنسا التي بدأت فيها صناعة الملبس منذ سنة 1800 م .

← الأساس في صناعة الحلوى هو الجلوكون لأنه ليسم الحلوى صلابته  
(أي صقاوصه للكسر)

2.4 ومن أهم العوامل التي ساعدت على تقدم وتطور صناعة الحلوى والشوكولاتة ما يلي

1- التقدم في استخدام مصادر الطاقة المختلفة اللازمة لخطوات الصناعة المختلفة.

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

3- تطبيق استخدام المجالات الإلكترونية والكمبيوتر في صناعة الحلوى لإمكان تصنيعها أوتوماتيكيا للعمل على زيادة وسرعة وتوحيد جودة الإنتاج.

4- استخدام الطرق العلمية الحديثة في مراقبة جودة الإنتاج.

5- تقدم البحوث والدراسات الخاصة بطبيعة وخواص المواد الخام المستخدمة في صناعة الحلوى .

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

7- تحديد أهم العيوب التي تظهر في منتجات الحلوى المختلفة ومعرفة طرق وكيفية ملاقاتها.

### 3.4- أنواع الحلوى: The types of Confectionary ]

ويوجد نوعان أساسيان من الحلوى :

حلوى السكر Sugar confectionery .

حلوى الشوكولاتة Chocolate confectionery

وتحتوي حلوى الشوكولاتة في تركيبها على كاكاو بينما لا تحتوي حلوى السكر عليه، وقد سبق الإشارة إلى إعداد الشوكولاتة كمادة خام .

وسنتناول في هذا الجزء من المقرر حلوى السكر .

#### 1.3.4- حلوى السكر Sugar Confectionery

وتقسم السكر إلى قسمين رئيسيين تبعا للحالة الطبيعية التي يوجد عليها السكر سواء في صورة بللورات ، أو في صورة غير متبلورة .



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

ويتبع هذا القسم ثلاث مجموعات :

المجموعة الأولى : وتشمل أنواع الحلوى التالية :

-الحلوى المغلية Hard Boiled Sweets

-التوفي Toffees

-الكراميل Hard & Soft Caramels

-حلوى النقل Nut Brittles

\* المجموعة الثانية : وتشمل الأنواع التالية :

-الحلوى الجيلية Most Jellies

-الباستيلية Pastills

-الصموغ Gums

\* المجموعة الثالثة : وتشمل بعض أنواع :

- المارشمالو Marshmallows

-النوجا المضاعة Chewy Nougats

**القسم الثاني :** وتشمل أنواع الحلوى التي توجد نسبة من السكر بها في صورة محلول ونسبة أخرى في صورة بلورات Sugar crystals . ويتبع هذه القسم أيضا ثلاث مجموعات :

\* المجموعة الأولى : وتشمل أنواع الحلوى التالية :

-الفوندان Fondants

-الفودج Fudge

-الكريمة الإيطالي Italian Creme

\* المجموعة الثانية : وتشمل هذه الأنواع :

-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 الحلوى السابق ذكرها للتعرف على أنواعها المختلفة .

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

\*المجموعة الأولى : وتشمل أربعة أنواع من الحلوى تشترك في خواص معينة فجميعها يحتوي على تركيز مرتفع من السكر ونسبة منخفضة من الرطوبة مما يعطيها لزوجة عالية وقيمة حرارية مرتفعة.... وتصنع هذه المجموعة بطبخ مخاليط محاليل السكريات إلى درجات حرارة مرتفعة نسبيا للتخلص من معظم الماء المستخدم في بداية العملية لإذابة السكر . أما أوجه اختلاف هذه المجموعة في التركيب فيمكن تلخيصها في الجدول التالي :



## جدول (1.4) : تباين تركيب منتجات حلوى المجموعة الأولى من القسم

الأول / المحتوي الرطوبي الطبيعي ودرجة حرارة الطبخ لهذه انواع الحلوى وصفاتها

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

المجموعة الثانية : وتشمل هذه المجموعة أنواع الحلوى الجيلية والباستيلية والصموغ وتحتوي جميعها على العامل المكون للجيل Gelling agent وتتميز أفراد المجموعة الأولى السابق الإشارة إليها . ويوضح الجدول (2.4) أوجه الاختلاف بين منتجات حلوى هذه المجموعة .

## جدول ( 2.4 ) : تباين تركيب منتجات حلوى المجموعة الثانية من القسم الأول .

المنتج	المكونات الرئيسية	مكونات أخرى	% الرطوبة
1- الحلوى الجيلية Jellies	سكروز + شراب جلوكوز + (نشا) أو آجار أو بكتين أو جيلاتين	أحيانا يضاف سكر محول	28-22
2- الباستيلية Pastilles	(جيلاتين أو نشا) وتغطي طبقة من السكر المتبلور	-	20 - 18
3- الحلوى الصمغية Gums	(صمغ عربي أو جيلاتين أو نشا معدل) + سكروز + شراب الجلوكوز	-	حلوى جيلية مجففة 10 - 5

المجموعة الثالثة : وتعرف باسم الحلوى المشبعة بالهواء Aerated sweets وتشمل أنواع المارشمالو والنوجا ويتم تجهيزها بطرق مختلفة وتشارك جميعها في عملية إدخال الهواء لمخلوطها Incorporation of air على هيئة فقاعات Air bubls .

نوع الحلوى و % لمواد الصلبة تتوقف على حرارة الطبخ والمحتوي الرطوبي للحلوى النهائية  
وسجل السكر يعتمد عليه نوع الحلوى



وتجهز بواسطة عملية ضرب عامل إدخال الهواء مع السكر أو بدونه ( مارشمالو) أو قد يضاف المحلول السكري الساخن مرتفع التركيز بعد إدخال الهواء في المكونات الأخرى كما هو الحال في النوجا .

ويوضح جدول ( 3.4 ) : أوجه الاختلاف بين المارشمالو والنوجا المضاعة ب/وضح الفرق بين المارشمالو والنوجا المضاعة

المنتج	المكونات الرئيسية	مكونات أخرى	% الرطوبة
1- المارشمالو Marshmallows	سكر + (البيومين بيض أو جيلاتين أو البروتين المعامل أو اللبن المحلي أو بروتينات الصويا)	-	27-23
2- النوجا المضاعة Chewy nougats	شراب مرتفع التركيز من السكر أو عسل نحل + ألبومين بيض	قد تضاف مكونات حشو	10

القسم الثاني: ويشمل أنواع الحلوى التي توجد بها نسبة معينة من بللورات السكر في صورة متبلورة Crystalline form، وتشمل أيضا ثلاث مجموعات:

\* المجموعة الأولى : ويمثلها الفوندان والفودج والكريمة الإيطالي وتتكون جميعها من معلق بللورات في شراب مركز ... وتختلف أفراد هذه المجموعة في التركيب وفي المحتوى الرطوبي وتشمل منتجاتها ما يلي

س/ اكتب مصطلح إعلمي

- الفوندان أو الكريمة Fondants or Crème : تعتبر أبسطها في

التركيب وتحتوي على السكر والماء وتتكون عادة من السكر وشراب الجلوكوز والسكر المحول وتضبط نسب السكر أثناء التصنيع بحيث تتكون البللورات المطلوبة تحت الظروف الملائمة. ويصنع الفوندان بطبخ محلول السكريات حتى يصل المحتوى الرطوبي بين 15 - 18 % طبقا للقوام المرغوب ثم يبرد الشراب المطبوخ بعناية بدون تحريك أو رج إلى 38 درجة مئوية لمنع تكوين بللورات غير ناضجة من السكر.

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



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

\* المجموعة الثالثة : وتختلف طرق صناعة أفراد هذه المجموعة إختلافا كبيرا حسب نوع كل منتج ، ومن أمثلة منتجات هذه المجموعة ما يلي :

✱ - المارزيبان وعجائن البرالين : **Marzipan & Praline Pastes** : وتتكون من النقل المجزء مخلوط مع السكريات ... حيث يصنع المارزيبان من اللوز والسكر بطحنها وعمل عجينة ناعمة ويجب الاحتياط لتجنب خروج الزيت من المكسرات ثم تحفظ العجينة في مكان بارد بدون تحريك . أما عجائن البرالين فتتكون من البندق المحمص Hazel nuts .

- الحلوى المغطاه أو الملبس المحشي : **Panned Goods or Dragees** : ويجهز هذا النوع بتغطية مواد الحشو المناسبة بواسطة الحلوى حيث يجري تغطية اللوز بطبقة رقيقة من السكر وشراب السكر ومادة رابطة مثل الصمغ العربي ثم تغطى بعد ذلك بطبقة أخرى نهائية من السكر الملون ومادة شمعية مناسبة لإكساب الحلوى المظهر اللامع Glazing ومن أمثلة منتجاتها الملبس باللوز .

✱ - الأقراص المضغوطة **Compressed Tablets** : وتتركب من السكر (مثل السكر الثلجي) ... ومادة مكسبة للنكهة ومادة شمعية ولون وحامض ثم تشكل هذه المواد على هيئة حبيبات ثم تضغط على هيئة أقراص . (مثل أقراص نخاع)

#### 4.4- بعض العمليات التصنيعية التي تجري على منتجات الحلوى المختلفة

حيث في الآونة الأخيرة تطور هائل في أجهزة تصنيع منتجات الحلوى المختلفة فاصبحت معظم العمليات التصنيعية التي تجري على منتجات الحلوى المختلفة بالمصانع تتم بطريقة أوتوماتيكية . وإستخدمت أجهزة الحاسب الآلي في حساب مكونات الخلطات المختلفة وترسل منها إشارات إلى تانكات تخزين المكونات فتسحب الكميات المكونة لخلطة الحلوى أوتوماتيكيا وتجمع في إناء الخلط أو الطبخ ، ثم بعد إجراء كافة العمليات التصنيعية لأصناف الحلوى المختلفة يتم تشكيلها وتغليفها بأجهزة تشكيل ، وتعبئة وتغليف ، على درجة كبيرة من التطور .

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

وستتناول في الجزء التالي ملخصاً لبعض العمليات التصنيعية التي تجري بعضاً منها على منتجات الحلوى المختلفة :

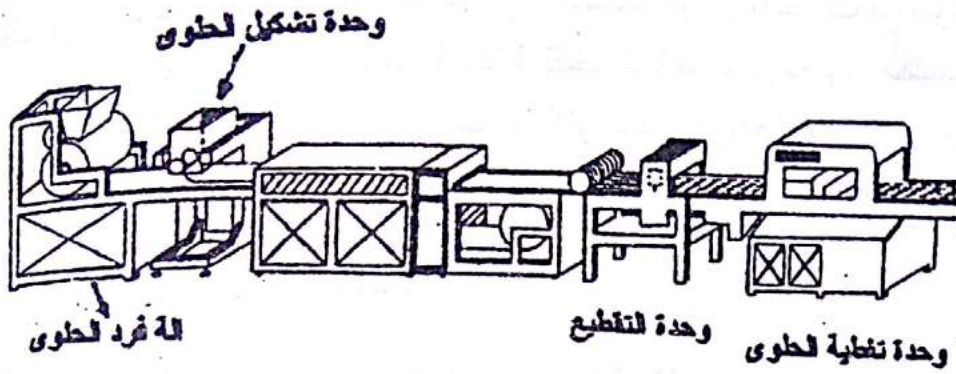
#### 1.4.4- الفرد والتقطيع Rolling and Cutting

وتعتبر من أقدم طرق إنتاج قطع مستطيلة ( كالكضبان ) أو قطع حلوى من منتجات الحلوى ذات القوام البلاستيكي كالكراملة والفودج والنوجا وأنواع العجائن الأخرى . فبعد تكوين القوام المناسب لعجينة الحلوى ( عند % للرطوبة والدهن ودرجة الحرارة المناسبة ) يتم دفع عجينة الحلوى على بكرات تتحرك بسرعة معينة تتناسب عكسياً مع السمك المطلوب تكوينه لعجينة الحلوى . وبعد تكوين السمك المناسب ( بشكل متوازي مستطيلات ) لعجينة الحلوى يتم فردها على سير متحرك ( مصنوع من مواد لا تلتصق بالحلوى ) فتقابل عجينة الحلوى سكاكين رأسية حادة تقطعها الشرائح طولية بالعرض المطلوب ( يعتمد على المسافة بين السكاكين ) ، ثم تقطع بعد ذلك بسكاكين إلى قطع صغيرة بالشكل المطلوب .

وفي تطور حديث لمعدات الفرد والتقطيع يتم سكب خلطة الحلوى الساخنة على إسطوانات مبردة " iced " فتتحول خلطة الحلوى الساخنة إلى القوام البلاستيكي على الإسطوانات المبردة ، نفسها مما لا يستلزم أن تكون السيور المتحركة طويلة حتى يتكون القوام البلاستيكي عليها أثناء حركة عجينة الحلوى إلى سكاكين التقطيع فيقل الحيز الذي تشغله وحدة الفرد والتقطيع في المصنع .

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





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

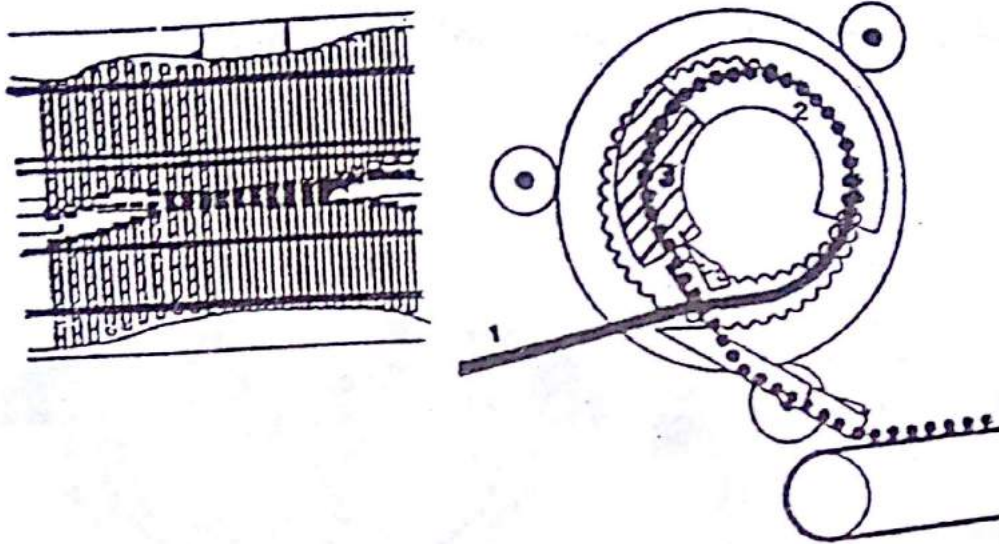
#### 2.4.4- الصب في القوالب Casting or Depositing

تجري هذه الطريقة من طرق التشكيل على الحلوى الصلبة hard candy ، والفوندان ، الجيليات Jellies ، وبعض أنواع الكراملة والفودج والمارشمالو ، تلك المنتجات تكون في صورة سائلة قبل عملية التشكيل ولا تتصلب ولا يستقر شكلها النهائي إلا بعد تركها لفترة ما في قوالب أو على سطح معين . ففي حالة الحلوى الصلبة تصب سائلة على درجة 150 درجة مئوية على سطح تشكيل معدني مغطي بمواد لا تلتصق بالحلى 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 السليكون المطاط Silicone rubber التي لا تلتصق بالحلى وتحمل درجات الحرارة العالية للحلى المغلية أثناء صبها في هذه القوالب .

#### 3.4.4 تشكيل الحلوى باللولب المضمحل Die forming [ماهو Die forming]

يقتصر استخدام هذه الطريقة في التشكيل على الحلوى الصلبة وبعض أنواع الكراملة والتوفي سواء العادية أو المنكهة أو المحشوة أو الحلوى المضاعة candy pulled ، ويعتمد أساس إجراء هذه الطريقة على تبريد الشراب الساخن تحت ظروف خاصة حتى يكتسب قواما بلاستيكية فيجري تشكيله على صور حبل rope بواسطة Rope sizer يمرر خلال وحدة تشكيل ( شكل 2.4

(تتكون خلالها شكل قطع الحلوى وفي نهايتها تقطع وتفصل لقطع منفصلة ، تدفع إلى وحدة تبريد فتتصلب ثم لماكينة التغليف لتغليفها بمادة التغليف المناسبة.



شكل (2.4) : عملية تشكيل الحلوى الصلبة وبعض أنواع الكراميل والتوفي :

1- حبل الحلوى . 2- تشكيل ، ختم ، قطع 3- خروج قطع الحلوى للتبريد

#### 4.4.4- تشكيل الحلوى بجهاز البائق Extrusion forming

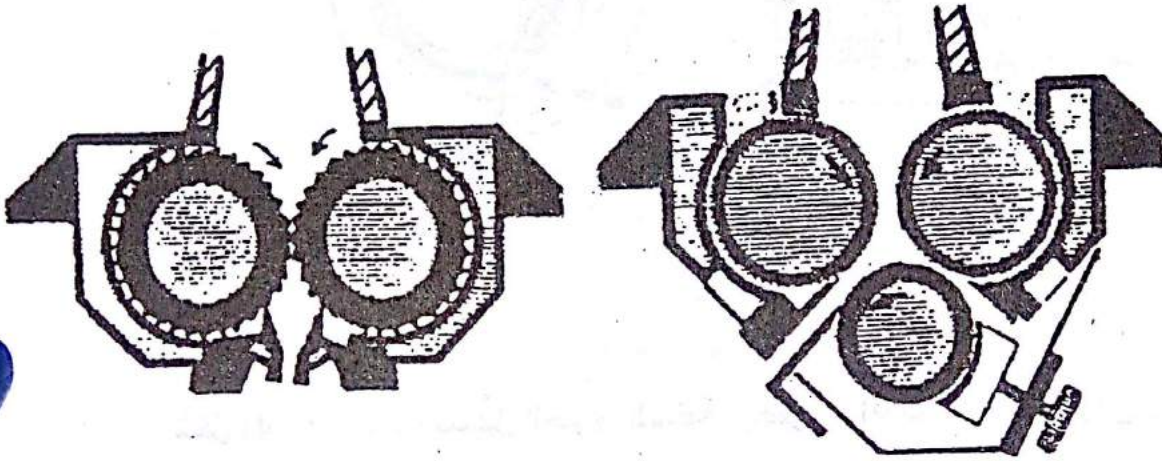
إستخدام جهاز البائق Extruder لتشكيل أنواع كثيرة من منتجات الحلوى بنجاح كبير ولأشكال متعددة ، وبجهاز البائق يمكن تشكيل منتجات الحلوى التي تتميز بقوامها الطري مثل المارشمالو والفوندان أو بقوامها البلاستيكي الصلب نسبيا كالنوجا والكراملة .

وبوضح شكل ( 3.4 ) كيفية تشكيل منتجات الحلوى لأشكال مختلفة بإستخدام جهاز البائق . فعندما يكون قوام الحلوى مناسباً لعملية البثق يعبأ بها جهاز البائق وتُدفع عجينة الحلوى بداخله بواسطة عدة بكرات ( شكل 3.4 ) تدور في نفس الإتجاه ( عكس عقارب الساعة ) أو قد تدفع عجينة الحلوى بواسطة حلزون ويحدد المقطع العرضي لفتحة خروج الحلوى من البائق شكل



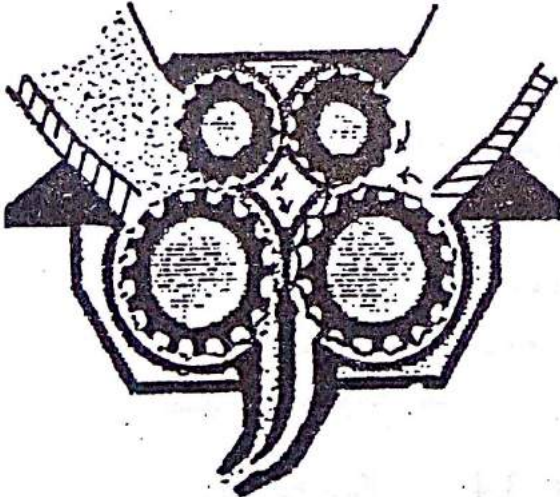
الحلوى أثناء خروجها على شكل حبل يمكن تقطيعه إلى قطع دائرية أو على شكل قضبان أو أي شكل هندسي آخر طبقاً لتصميم فتحة الخروج من جهاز البثق .

ويمكن بأجهزة البثق تشكيل قطع الحلوى من أكثر من طبقة كل طبقة تختلف في تركيبها عن الأخرى شكل ( 3.4 ) وكذلك يمكن تشكيل الحلوى 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 البثق تنتج أشكالاً مختلفة من الحلوي .

وفيما يلي بعض أهم الاعتبارات الواجب مراعاتها أثناء تشكيل الحلوى بالباتق:

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

يؤدي إرتفاع الضغط داخل جهاز البثق لاحتمال انفصال الدهن أثناء البثق ويمكن علاج ذلك باستخدام مادة مستحلبة قوية في خلطة الحلوى كالليسيثين أو الجليسرول أحادي الستيرات .

ينهار قوام بعض منتجات الحلوى بعد البثق Collapse after extrusion فالشكل الأسطواني للحلوى قد ينهار بعد فترة وجيزة من وجوده على السير ويتحول إلى شكل مسطح، ومن أهم أسباب إنهيار قوام الحلوى بعد البثق ما يلي:

- 1- ارتفاع المحتوى الرطوبي لخلطة الحلوى .
- 2- عدم حدوث توزيع جيد لمكونات الخلطة .
- 3- عدم حدوث إستحلاب جيد للدهن في الخلطة .
- 4- عدم إكتمال التركيب البلوري لمنتجات الحلوى المتبلورة .

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

#### 5.4.4- التغطية Panning

يعتمد أساس عملية التغطية في صناعة الحلوى على تغطية مركز مناسب كالمكسرات بطبقات متعاقبة من مسحوق السكر والشراب ويفصل بين كل عملية تغطية وأخرى عملية تجفيف بالهواء . وإذا ما كان طبقة مسحوق السكر والشراب بالهواء الساخن تعرف عملية التغطية بالتغطية الصلبة hard



ما هو  
panning

panning أما إذا كانت الحلوى التي يتم تغطيتها طرية، مثل العجائن ، الجليبات ، الكراميل الطرية ، يستخدم في تجفيف مسحوق السكر والشراب (سكر / جلوكوز) الهواء البارد ويطلق على هذه العملية بالتغطية الخفيفة soft panning وبعد ذلك تجري عملية تجفيف أخرى وتغطي الحلوى بمادة تلميع سكالشمع glaze. هذا وقد أصبحت عملية التغطية في المصانع الحديثة أوتوماتيكية تماماً تجري في أوعية يحقن بداخلها الشراب (أو الشوكولاتة) للتغطية ثم يدفع هواء التجفيف لتكوين طبقات التغطية الواحدة تلو الأخرى.

### تصنيع بعض منتجات الحلوى

قراءة

#### 5.4- الفوندان Fondant

تصنع حلوى الفوندان من "السكر ، وشراب الجلوكوز ، والسكر المحول " ويطلق عليه كريم Crème ( لا تكتب Cream فتعطي معنى مختلف ). ولتصنيع الفوندان يذاب السكر وشراب الجلوكوز ( أو السكر المحول) في الماء ، ويتم تركيز المحلول السكري بالغليان حتى تصبح المواد الصلبة في المحلول السكري الساخن حوالي 88% . وعند تبريد هذا المحلول السكري يتحول إلى محلول سكري فوق مشبع Super saturated ( درجة تشبع محلول السكر 67.1% على 20 درجة مئوية ) . فإذا ما تم تقليب المحلول السكري الساخن وتبريده تدريجياً بمعدل سريع نسبياً تنفصل بللورات السكر من المحلول فوق المشبع في شكل بللورات سكر دقيقة . ومعنى ذلك أن كريم الفوندان Fondant crème يتكون من وسط صلب من بللورات السكر المعلقة في وسط سائل عبارة عن محلول مشبع من السكريات. وتجدر الإشارة في هذا الصدد إلى أهمية عمليتي " التقليب والتبريد السريع " وضرورة ألا تتكون بالبلورات سكر كبيرة وخشنة أثناء التبريد البطيء ويجب أن يكون الفوندان الجيد ناعم الملمس مكون من بللورات سكر دقيقة .

وعندما كان يتم تصنيع الفوندان من السكرز فقط بإذابته في الماء الساخن ، وتركيز المحلول السكري بالغليان حتى يصل تركيزه إلى 80-90% ، ثم يبرد ، تنفصل بلورات سكر خشنة جداً تعطي الإحساس بالقوام الزجاجي الخشن عند إذابته في الفم . ولمنع تكون هذه البللورات الخشنة استخدمت مواد تعرف بالدكتور Doctor لتحول جزء من السكرز لجلوكوز وفركتوز فتزيد درجة الذوبان الكلية تيسر من إمكانية خفق الشراب إلى كريم الفوندان Fondant crème .

ومن أهم المواد التي إستخدمت " كدكتور " حامض الستريك ، وحامض الطرطريك أو طرطرات البوتاسيوم الحامضية. ويعاب على 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 إلى 75% على درجة حرارة الغرفة. ويمكن تحقيق ذلك بخلط السكر وشراب الجلوكوز بنسبة 80 : 20، والتركيز بالغليان حتى يصل المحتوى الرطوبي النهائي إلى 12% فينتج فوندان يتحمل ظروف التخزين يتميز بالثبات ضد التلف الميكروبي. وتؤدي زيادة تركيز الجلوكوز في الشراب (75 : 25) إلى تأخير معدل التبلور ويحدث اختلال في قوام الفوندان.

يتم تصنيع الفوندان في المعمل بالطريقة التالية :

المكونات ، سكر 3.6 كجم ، شراب جلوكوز 1.0 كجم ، ماء 1.27 كجم .

1- تخطط المكونات وتسخن في الوعاء المناسب حتى الغليان حيث تصل نقطة غليان المحلول السابق من 107 إلى 109 درجة مئوية .

2- يستمر غليان المحلول حتى يصل تركيز المواد الصلبة الذائبة إلى 88% عند درجة حرارة 117 درجة مئوية تقريبا .

3- بعد الوصول للتركيز السابق يصب المخلوط على رخامة كبيرة ويتم تقلبيه جيداً فوق بعضه البعض مع فرده على الرخامة في نفس الوقت ، وتؤدي عملية التقليل والتبريد إلى بلورة سريعة للسكر . وتعتمد جودة الفوندان على مهارة القائم بعملية التبريد .

#### 2.5.4- تصنيع الفوندان في مصانع الحلوى

يوجد في مصانع الحلوى نوعين من أجهزة تصنيع الفوندان :

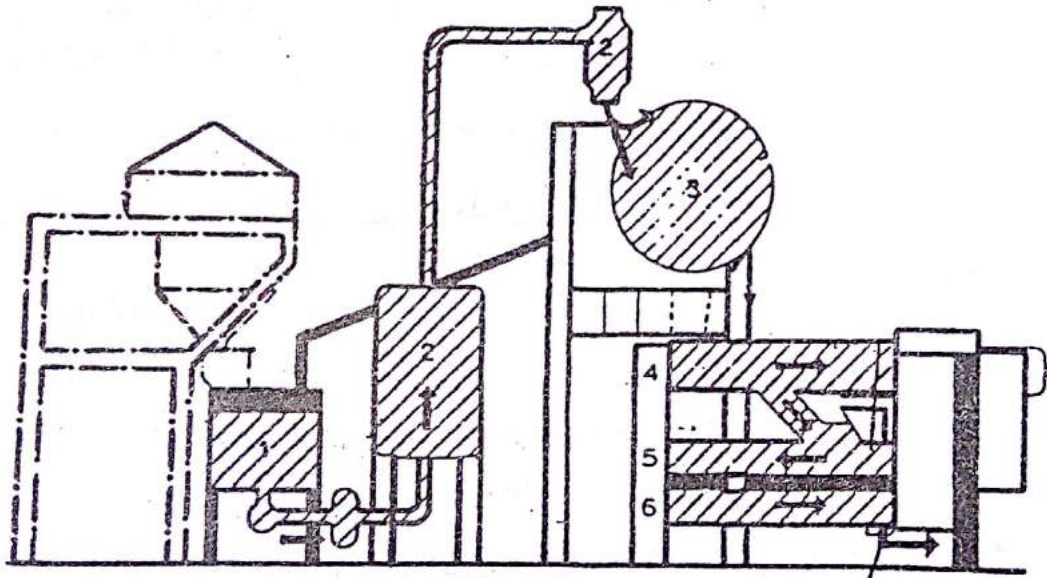
\* أجهزة تصنيع الفوندان تعمل بنظام الدفعات Batch type



وتتكون من وعاء مسطح تبرد قاعدته بالماء ويدور داخل الوعاء ذراع مثبت به بدالات بشكل المحراث في قاعدة الوعاء مما يؤدي لسرعة التبلور فينتج فوندان ناعم ذو بللورات دقيقة ولا زالت هذه الأجهزة مستخدمة في بعض المصانع فهي لا تشغل غير حيز ضئيل في المصنع . ويمكن إضافة المكونات الأخرى كالمواد المنكهة والمواد الملونة في نفس الوعاء أثناء تبريد شراب الفوندان .

### \* أجهزة تصنيع فوندان تعمل بالنظام المستمر Continuous and Crème 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 .

خلط مبدئي ، 2- وحدة طبخ ، 3- اسطوانة تبريد ، 4- خفق ، 5- مرحلة خلط أولى بشراب البوب ، 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 إلى وعاء الذوبان حيث تضاف اليهما 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 إلى وحدة تصنيع الفوندان في مصانع الحلوى ، فيتم تسخين الشراب أثناء مروره في الأنابيب وقبل وصوله إلى وعاء الطبخ تسخيناً ابتدائياً

## 2.2.5.4- التسخين والطبخ

\* وهناك نوعان رئيسيان من وحدات الطبخ :

- النوع الأول : مكون من أنابيب حلزونية محاطة بجدار مزدوج يمر فيها البخار من فتحة أعلى وعاء الطبخ حتى يصل الشراب للتركيز المطلوب .

- النوع الثاني : ويعتمد على 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 أخرى لضبط سرعة دفع الشراب الداخل لوعاء الطبخ فيحدث ضبط سريع لدرجة الحرارة في وعاء الطبخ .

\* أدى التحكم بالحاسب الآلي في درجات حرارة الطبخ وتركيز الشراب إلى توحيد أكبر لصفات الفوندان ومنتجات الحلوى بوجه عام عما كانت عليه من قبل عندما كانت جودة وصفات المنتج النهائي تعتمدان على خبرة القائمين بالتصنيع .



### 3.2.5.4 - عمليتي التبريد والتقليب Cooling and Beating

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

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

- ويزال الشراب المبرد من على سطح الإسطوانة بسكاكين كشط ثم يدفع إلى جهاز التقليب والخفق Beater. " وتجدر الإشارة إلى ضرورة عدم ترك بللورات سكر على سطح الإسطوانة بعد التبريد (حتى لا تصبح لللورات السكر نواة seed لعملية التبلور) لذلك يتم تسليط رشاش بخار ماء على 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 إضطدامية للشراب أثناء تقليبة مع الأوتاد المعدنية المثبتة بالوعاء .

### 4.2.5.4 - تكوين بللورات السكر في جهاز التقليب والخفق

- تعتمد درجة جودة الفوندان على 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 .

- يجب 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 حتى 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 .

١٦٤ ← إزالة الفونان  
١٦٥ ← كفاءة رفع جودة الفونان  
١٦٥ ← التلاوي بالخفوفه



وتتلخص طريقة تصنيع الفرابي معمليا في الخطوات التالية :

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

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

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

تبلغ كثافة الفرابي من 0.35 - 0.5 جم/سم<sup>3</sup> وله فترة صلاحية محددة . وينصح ببسترة البيض المستخدم في صناعته قبل إضافته للمخلوط . وقد يستخدم أحد اصطلاحين Whip أو Frappé لتسمية هذا المنتج ، وعادة ما تكون كثافة الأول وفترة صلاحيته أقل من الثاني .

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

\*يمكن إضافة شراب الحلوى المخفوقة إلى خلطة الفوندان بنسبة من 7 إلى 10% من كمية شراب الفوندان فتكسب قوامه هشاشة مرغوبة .

#### 6.4- الحلوى المغلية ، الملبس الصلب Boiled sweets, Hard candy

مقدمة :

الحلوى المغلية أو الملبس الصلب أحد منتجات الحلوى التي يوجد بها السكر في صورة غير متبلورة. وتعرف الحلوى المغلية أو الملبس الصلب بأنها محاليل مرتفعة التركيز من السكر وشراب الجلوكوز وفي بعض الأحيان السكر المحول والمضاف إليها المواد المنكهة المرغوبة. وتتميز الحلوى المغلية بالحالة الزجاجية Glassy mass التي توجد عليها بسبب ذوبان السكر في كمية قليلة جدا من الرطوبة تبلغ نسبتها من حوالي 2 إلى 4% فقط . ولزوجة الحلوى المغلية مرتفعة جدا وتتميز بالثبات في نطاق درجات الحرارة العادية (10-35



درجة مئوية) بشرط ألا تمتص الحلوى المغلية رطوبة ، وهي على درجة عالية من الهيجروسكوبية.

ولا يمكن إستخدام السكروز بمفرده في صناعة الحلوى الصلبة لأنه يتبلور عند التبريد خاصة إذا كان التبريد مصحوبا بالتقليب ولتجنب البلورة تجري عملية "doctoring" بإضافة مواد لتحويل جزء من السكروز إلى جلوكوز وفركتوز مثل أحماض الستريك والطرطريك أو طرطرات البوتاسيوم الحامضية ( تسمى كريم التارتار ( Crème 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 انتهاء عملية التصنيع ( 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 الحلوى المغلية .

#### 1.6.4- أسس تصنيع ومكونات الحلوى المغلية

تستعمل المكونات التالية في إنتاج الحلوى المغلية :

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

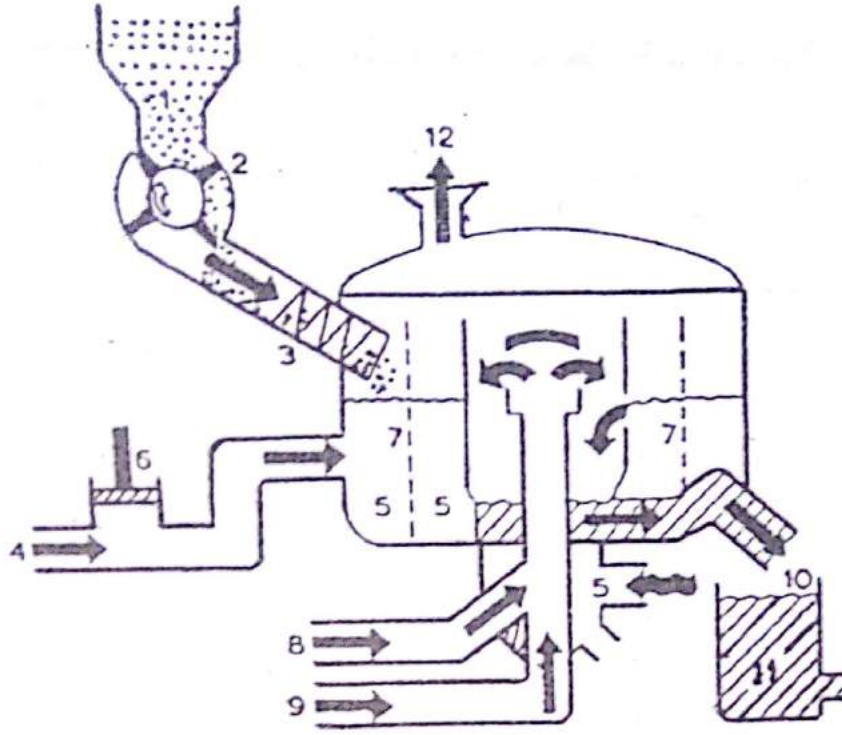
- 1- يذاب السكر في الماء أثناء التسخين حتى الغليان مع التقليب المستمر .
- 2- يضاف شراب الجلوكوز ويستمر التسخين حتى الغليان ، ويجب ألا يسمح على وجه الإطلاق بتكون بللورات سكر على الحافة العليا لوعاء طبخ الشراب ، وفي حالة تكون بللورات سكر يتم إذابتها حتى لا تؤدي لنمو البللورات وتقلل من صلاحية المنتج النهائي .
- 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 حتى تصل درجة الحرارة إلى حوالي 150 درجة مئوية .
- 5- يصب الشراب المركز على منضدة سبق دهنها بعوامل تسهيل الحركة **Release agents** ويترك الشراب المركز حتى يكتسب القوام البلاستيكي أثناء تبريده بشرط أن يظل القوام طريا ويسهل تحريكه
- 6- يتم لف حواف كتلة الحلوى للداخل ، ثم تشد للخارج ، ويوضع في منتصفها مسحوق حامض ستريك (أحادي التأدرت ) بنسبة 0.5-1.0% وكذلك المواد المنكهة .
- 7- تستمر عمليات اللف والشد **Folding and Kneading** حتى تتوزع المواد المضافة (الستريك ، المواد المنكهة ) توزيعا متجانسا في كل كتلة الحلوى.
- 8- بعد تبريد الحلوى ، بعمليات اللف والشد ، تبريدا كافيا ، تقطع كتلة الحلوى إلى أجزاء متجانسة ، وتغذي بها ماكينة التشكيل ، لفردتها وضغطها إلى الأشكال المرغوبة.

#### 1.1.6.4. إذابة مكونات الشراب

يوضح الشكل (5.4) رسم تخطيطي لجهاز إذابة مكونات الحلوى المغلية ، حيث يسحب لجهاز الإذابة مكونات الخلطة ( السكر والجلوكوز و/أو السكر المحول ) من صهاريج تخزينها بالكميات المعروفة والمحددة سلفا ببرنامج التشغيل على الحاسب الآلي في وحدة التحكم الآلي بالمصنع ، لإعداد شراب بتركيز ثابت تمهيدا لدفعة لأجهزة الطبخ ، وبطبيعة الحال تتم إذابة السكر والمكونات الأخرى بالماء المسخن بالبخر حتى تمام الذوبان ، ويدفع الشراب المعد في أجهزة الإذابة إلى أجهزة الطبخ .





شكل (4.5): 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 الأخرى .
- 10- مخلوط السكر والجلوكوز الساخن .
- 11- وعاء وسطي
- 12- خروج بخار الغليان

#### 2.1.6.4. طبخ المكونات

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

أولاً : أجهزة طبخ الأغشية الرقيقة – تعمل أجهزة طبخ الأغشية الرقيقة عند ضغط بخار يتراوح بين 8-10 كجم/سم<sup>2</sup> ( 120-150 رطل / بوصة<sup>2</sup> ) .

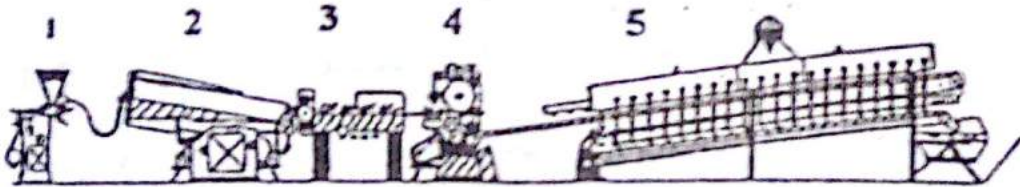
- يتم فرد الشراب المركز على إسطوانات تسخن من الداخل بالبخار تحت الضغط العالي المشار إليه سابقاً .

- يؤدي التبادل الحراري السريع للبخار مع الغشاء الرقيق من الشراب على سطح الإسطوانة لتبخير الماء بسرعة جداً من الشراب .

- يسكب الشراب المطبوخ المركز على منضدة تدور حركة دورانية وتبرد بالماء .

- يتم دفع كتلة الحلوى المبردة ذات القوام البلاستيكي إلى سير من الصلب حيث يضاف إليها الحامض ، المواد المنكهة ، والملونة ، وتجري عمليات التقليب والشد للمكونات أوتوماتيكيا على السير .

- بعد ذلك تنقل كتلة الحلوى البلاستيكية القوام إلى خط تشكيل الحلوى ويتكون من الوحدات التالية ( شكل 6.4 ) .



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

1-وحدة تغذية بكتلة الحلوى 2-وحدة التشكيل على دفعات 3- وحدة تحديد سمك حبل الحلوى . 4-وحدة تشكيل نهاية لقطع الحلوى . 5- سير التبريد .

#### \*وحدة التشكيل على دفعات Batch former

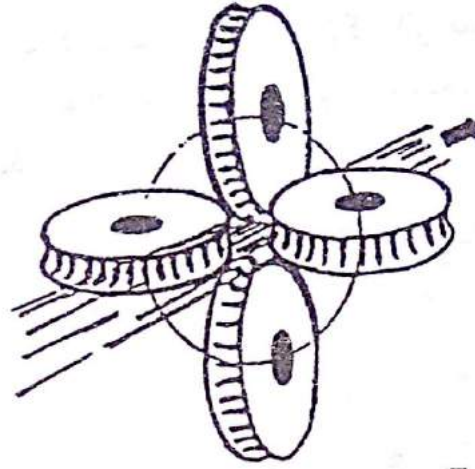
تتكون هذه الوحدات من بكرات مخروطية مزلجة تتحرك حركة دائرية اهتزازية ، وعندما توضع كتلة الحلوى البلاستيكية في نهاية البكرات عند القطر الضيق ، وأثناء دورانها واهتزازها ، تدور كتلة الحلوى حول البكرات المخروطية وتتحرك في اتجاه القطر الواسع فيقل سمك كتلة الحلوى تدريجيا وتتحول إلى شكل حبل قطره يتراوح بين 2-3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

#### \* وحدة تحديد سمك حبل الحلوى Rope sizer

تسحب هذه الوحدة حبل الحلوى من وحدة التشكيل على 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 الحلوى



حتى يصل للقطر المحدد والمناسب. وتتغير أبعاد بكرات التشكيل طبقاً لحجم قطع الحلوى المطلوب تشكيلها.

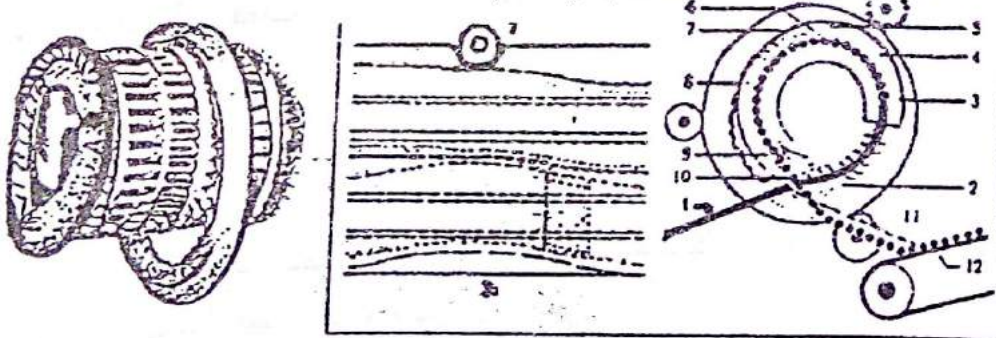


شكل ( 7.4 ) : وحدة تحديد سمك حبل الحلوى Repe sizer

وتجدر الإشارة إلى ضرورة ضبط درجة حرارة وبلاستيكية كتلة الحلوى المغلية قبل مرورها في وحدات التشكيل والتجسيم حتى يتم تكوين السمك المناسب تماماً لحبل الحلوى تمهيداً للتشكيل النهائي في الخطوة التالية:

#### وحدة تشكيل الحلوى إلى قطع Sweet forming die head

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



شكل ( 8.4 ) : مراحل تشكيل قطع الحلوى في جهاز 'الرأس المضمحل' Die heads

- 1- تغذية الجهاز بحبل الحلوى ، 2- بداية عملية التشكيل ، 3- تشكيل ابتدائي ، 4- التقطيع ، 5- إتمام قطع الحلوى حيز التشكيل ، 6- بداية نقش قطع الحلوى ، 7- إكمال نقش الحلوى ، 8- ضبط شكل قطع الحلوى ، 9- خروج قطع الحلوى من الجهاز ، 10- جزء مائل لدرجة قطع الحلوى للخارج ، 11- خروج الحلوى على سير التوزيع والتبريد ، 12- سير التوزيع والتبريد .

### - سير التبريد Cooling conveyor

تنقل قطع الحلوى من وحدة التشكيل إلى سير التبريد فتتصلب الحلوى وتحفظ بشكلها ، والسير عبارة عن شبكة معدنية محاطة بدوره هواء للتبريد فتتخلص قطع الحلوى من الحرارة الزائدة .

ملحوظة: يمكن حشو الحلوي بالفواكه المركزة المحفوظة أو بالعجائن الدهنية أثناء وجودها علي شكل حبل وقبل تشكيلها بالبكرات وتسمى في تلك الحالة البنبون المحشو Soft' center Bonbons

### \*التعبئة والتغليف: packaging

من المفضل دائماً تعبئة الحلوي وهي لازالت دافئة كما يفضل أن تكون غرف التغليف والتعبئة مكيفة الهواء ورطوبتها النسبية لا تتجاوز 45% لتجنب حدوث عيبي التبلور سطح اللازجة وتعتبر آلات العتغليف والتعبئة من الوحدات المكلفة عند شراء خطوط الإنتاج.

### ثانياً: أجهزة الطبخ تحت تفريغ Vacuum cooking

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

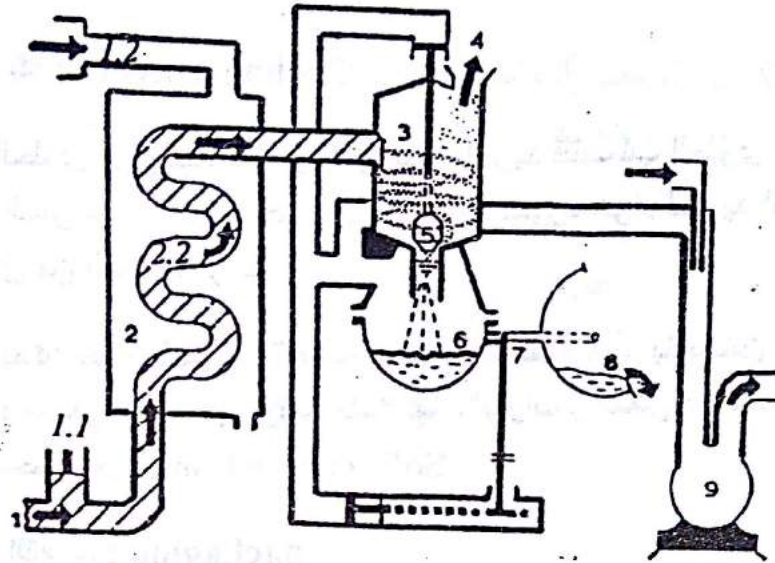
-تحسين لون الشراب، أما التسخين المباشر في الأوعية المفتوحة علي درجة حرارة عالية (149-154 م) فيؤدي لتحطيم السكريات والتلون بالبني

-تنخفض درجة حرارة الغليان ومن ثم التبخير فيقل معدل تحول السكر إلى جلوكوز وفركتوز ويظل لون الشراب فاتحاً.

-يقل الزمن اللازم لعملية التبخير وكذلك الطاقة اللازمة لها فتتخفض تكاليف إستهلاك الطاقة.

ونظراً لخفض تحول السكر عند طبخ المكونات تحت تفريغ يضاف 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 الطبخ تحت تفريغ.





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 .

ويلاحظ وجود وعاء طبخ الشراب (3) فوق وعاء آخر (6) لتضاف فيه باقية المكونات. يسحب الشراب بعد طبخه من الوعاء العلوي بالتفريغ ويتحكم في عملية سحب الشراب المطبوخ من الوعاء العلوي إلى الوعاء السفلي صمام (5) ليسحب الشراب من الوعاء العلوي بمعدل ثابت.

وفيما يلي مثالا عمليا لإنتاج الحلوى المطبوخة تحت تفريغ :

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

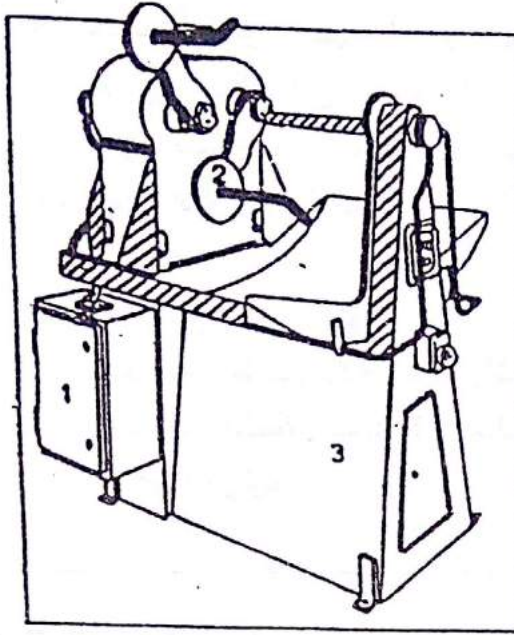
- 1- يذاب السكر في الماء مع التسخين إلى 110 درجة مئوية ثم يضاف الجلوكوز .
- 2- ترفع درجة حرارة المخلوط حتى تصل إلى 138-139 درجة مئوية .
- 3- يضبط التفريغ في الوعاء السفلي ليصبح في حدود 620 مم زئبق .

- 4- تستغرق عملية سحب الشراب إلى الوعاء السفلي حوالي 3 دقائق وتضاف في هذا الوعاء باقي المكونات من حامض ومواد منكهة ومواد ملونة ، وتقلب جيداً.
- 5- بعد إذابة باقي المكونات ، يسكب الشراب المركز على منضدة التبريد .
- 6- بعد وصول قوام الحلوى للحالة البلاستيكية ودرجة الحرارة المناسبة ، تشكل كتلة الحلوى لشكل الحبل وتستكمل باقي خطوات التشكيل كما ذكر سابقاً تحت بند أجهزة طبخ الأغشية الرقيقة.

#### 7.4- البونبون السادة ، البونبون المحشو

تعتبر عملية الشد Pulling إحدى المعاملات التكنولوجية الهامة التي تجري على منتجات الحلوى 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 على بعضها ثم تشد مرة أخرى وتستمر عملية الشد واللف حتى تكتسب الحلوى المظهر الشفاف translucent ويزداد لمعانها ، ويؤدي استمرار عمليات الشد إلى زيادة شفافية الحلوى ، ويجب أن يؤخذ في الاعتبار أثناء التصنيع ضرورة ضبط نسبة السكر / جلوكوز لأن عدم ضبط هذه النسبة يؤدي لحدوث عيب التبلور وتقل مطاطية الحلوى بشدة ، وأثناء تكرار عمليات الشد يدخل الهواء ليختلط بالحلى فيعمل على زيادة شفافية المظهر ، وبعد أن كانت عمليتي شد ولف الحلوى تجري يدويا في مصانع الحلوى ، وأصبحت تتم في المصانع الحديثة آليا يتكون الجزء الرئيسي فيها من عمود كرنك يتحرك حركة ترددية يتم خلالها لف وشد كتلة الحلوى ذات القوام البلاستيكي ( شكل رقم 10.4 ) ، وتستوعب الآلة الموضحة بالشكل حوالي 25 كجم من الحلوى في الدورة الواحدة .





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

شكل ( 10.4 ) : آلة شد ولف الحلوى

ويمكن إستخدام الحلوى المشدودة Pulled sugar في صناعة البونبون السادة والبونبون المحشي وكذلك يمكن إستخدامها في تغليف أنواع مختلفة من الحشو كالكراملة الطرية عجينة المربي أو عجينة الشوكولاتة أو الشربات ويطلق على هذه المنتجات المحشوة " البونبون المحشو " .

#### 1.7.4. 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 حتى تصل نقطة الغليان إلى 138-139 درجة مئوية وعند هذه الدرجة يصل تركيز المواد الصلبة الذائبة في الشراب المركز لحوالي 96% .

- يصب المخلوط على منضدة التبريد وتلف حواف كتلة الحلوى لأعلى عند تكون القوام 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 الحلوى حتى تمام التجانس .

- تنقل كتلة الحلوى إلى آلة الشد واللف Pulling machine وتستمر عمليتي الشد واللف حتى يتكون القوام الإسفنجي .

- وتجري على كتلة الحلوى بعد ذلك عمليات التشكيل حتى يصل سمكها إلى 2-3 سم فتقطع إلى الأشكال المناسبة وتترك لتبرد لدرجة الحرارة المناسبة .

- تغلف الحلوى وتعبأ في العبوات المناسبة .

وفيما يلي بعض أهم الاعتبارات الواجب مراعاتها عند صناعة البونبون :

- تحتوي منتجات البونبون على هواء موزع بشكل منتظم بين جزئيات المكونات .

- وعند استخدام الزيوت الطيارة الطبيعية كمادة منكهة للبونبون تكون عرضه للتأكسد بسبب وجود الهواء بين جزئيات المكونات لذلك يفضل استخدام زيوت طيارة اصطناعية تقاوم الأكسدة في هذا النوع من المنتجات .

- قد يحدث عيب التبلور في البونبون عند تخزينه في جو دافئ (38 درجة مئوية) رطب

- يمكن تصنيع البونبون السادة بنكهات متباينة وعندئذ يجب اختيار المادة الملونة المناسبة للنكهة المختارة

#### 2.7.4. البونبون المحشو Soft Center Bonbons

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

وعادة ما تجري عمليتي الشد واللف Pulling على كتلة حلوى غلاف البونبون لمدة قصيرة وتضاف أقل كمية ممكنة من المواد المنكهة والملونة حتى يكتسب غلاف البونبون المحشو اللمعان المطلوب والمظهر الزجاجي لآظهار الحشو داخل الغلاف.



ومن الضروري أن يتم ضبط درجات الحرارة بدقة شديدة أثناء تلك العملية حيث يجب أن يكون غلاف الحلوى الخارجى ساخنا قدر الإمكان (مع الاحتفاظ بالقوام البلاستيكي)

كما يجب أن يكون الحشو على نفس درجة الحرارة .

توضع معظم المواد المنهكة فى الحشو الداخلى لزيادة ثباتها أثناء التخزين . وفيما يلى مثالا عمليا لإنتاج البونبون المحشو :

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

- يذاب السكر فى الماء الساخن ويضاف شراب الجلوكوز ويطبخ الشراب حتى تصل درجة حرارة غليانه إلى 146 درجة مئوية .

- يصب الشراب المركز على منضدة التبريد وتلف كتلة الحلوى للداخل وتضاف المواد المنهكة والملونة وتوزع جيدا فى كتلة الحلوى حتى تمام تجانس توزيعها

- تجرى عمليتى الشد واللف حتى الحصول على المظهر الشفاف المناسب .

**مكونات الحشو : 11.3 كجم مربى ، 5.5 كجم شراب جلوكوز ، 0.9 كجم ماء ، 21.2 جم حمض ستريك يذاب فى 28 جم ماء .**

تسخن المربى وشرب الجلوكوز والماء ويستمر الغليان حتى تصل درجة الحرارة إلى 117 درجة مئوية .

يبرد المخلوط السابق تدريجيا ويضاف حمض الستريك ، والمواد المنهكة 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 محلى كامل الدسم " ، فانيليا ومواد ملونة حسب الرغبة .

يصهر الفوندان على 60-63 درجة مئوية ويضاف إليه عجينة الكاكاو مع الخلط الجيد.

يسخن اللبن المكثف المحلى إلى 93 درجة مئوية مع التقليب بهدوء " لمنع تكون جيوب هوائية" لمدة حوالى 15 دقيقة ثم يضاف إليه مخلوط الفوندان وعجينة الكاكاو مع استمرار التقليب حتى 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 حتى تصل نقطة غليانه إلى 135 درجة مئوية ثم يصب على منضدة التبريد ، بعد التبريد تلف حواف كتلة الحلوى للداخل . وتضاف على كتلة الحلوى 750 جم مسحوق سكر ( سكر ثلجي ) ، 7 ملي زيت نعناع .

تجري على كتلة الحلوى عمليات الشد واللف حتى يتكون القوام الإسفنجي .

يتم تشكيل الحلوى إلى أشكال القطع المناسبة وتخزن في مكان دافئ رطب حتى تتبلور جزئيا.

وتجدر الإشارة إلى :

يمكن إستخدام عجائن كثيرة في حشو البونبون مثل النوجا الطرية ، التوفي بأنواعه المختلفة ، كذلك عجائن النقليات ، والفواكه المحفوظة ، .... إلخ .

عند وجود مكونات في الحشو بها دهون كاللبن المكثف والنقليات يجب تعريضها لمعاملة حرارية كافية لتنشيط إنزيمات الليباز .

يفضل تعقيم معظم المكونات قبل إستخدامها في تصنيع منتجات الحلوى المختلفة.

في المصانع الحديثة تتم عملية تشكيل البونبون وحشوه باستخدام جهاز الباثق وفي تلك الحالة تعدل لزوجة وقوام الأغلفة بتغيير نسب السكر / شراب الجلوكوز في خلطة مكونات الغلاف، وتوجه الحلوى إلى جهاز الباثق في شكل حبل طويل ، يتميز رأس جهاز الباثق ( شكل 3-4) بفتحة في المركز يخرج منها مكونات الحشو والتي تغطي من الجانبين بحبل الحلوى، وتخرج الحلوى المحشوة من جهاز الباثق عند درجات حرارة ولزوجة محددة فيتم تقطيعها إلى الأشكال المناسبة .



#### 8.4. وفيما يلي بعض خصائص الحلوى المغلية والمشاكل التكنولوجية التي تواجه القائمين بصناعتها

(1) يتراوح المحتوى الرطوبي للحلوى المغلية في الأوعية المفتوحة بين 2-4% (مقدرة بطريقة كارل فيشر) وللحلوى المطبوخة تحت تفريغ بين 4-5 % . وتؤدي زيادة المحتوى الرطوبي في الحلوى المغلية عن الحدود المشار إليها إلى سرعة إمتصاصها لرطوبة الجو فتتخفض لزوجتها وتعطي الفرصة لحركة جزيئات السكر لإعادة التبلور Recrystallization ويعتبر عيب التبلور من أخطر عيوب الحلوى المغلية ، ويعتمد معدل التبلور في الحالة السابقة على المحتوى الرطوبي ، نسبة السكريات المختزلة الكلية في الحلوى المغلية . تركيب الكربوهيدرات في شراب الجلوكوز المستخدم في الخلطة .

(2) يبلغ إتزان الرطوبة النسبية (ERH) Equilibrium Relative Humidity) للحلوى المغلية بين 26 - 32% ، وهي عبارة عن النسبة بين كمية الرطوبة في الهواء المحيط بالحلوى وكمية الرطوبة في الهواء المشبع الكلي ، وعند تساوي قيمة الـ ERH مع قيمة الرطوبة النسبية للهواء يحدث إتزان ولا تفقد أو تكتسب الحلوى أي رطوبة. أما عند إنخفاض الـ ERH للحلوى عن الرطوبة النسبية للهواء تمتص الحلوى رطوبة من الجو المحيط بها ، والعكس صحيح .

(3) عند تخزين الحلوى وتداولها في الأسواق فإنه عادة ما تكون الـ ERH في ظروف التخزين والتداول أعلى من ERH الحلوى ولذلك تمتص الحلوى وطوبة حتى تصل لحالة الإتزان. وتجدر الإشارة إلى أن وجود شراب الجلوكوز في خلطة الحلوى يقلل من قابليتها لامتصاص الرطوبة عما لو إستخدم السكر المحول بدلا منه .

(4) يتميز شراب الجلوكوز عند إستخدامه في خلطة الحلوى 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 الحلوى 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 بلورات السكر التي تتكون كأنوية تعطى الفرصة لنمو بلورات كبيرة وبدلا من أن يصبح الشراب المركز

المطبوخ رائقا يتحول إلى المظهر المعتم ويستمر ذلك حتى تظهر بللورات بيضاء. ويمكن أيضا للمواد المضافة بعد إنتهاء الطبخ ، إذا ما احتوت على مواد صلبة غير ذائبة ، أن تعمل كأنوية تعطى الفرصة لتجميع ونمو بللورات السكر .

(6) يؤدي إمتصاص الحلوى المغلية للرطوبة أو نقص لزوجتها لحدوث عيب التلزوج Stickiness فتصبح الحلوى لزجة وتكتسب صفات المواد اللاصقة ، ويحدث عيب التلزوج بسبب زيادة نسبة السكروز المتحول ( الجلوكوز ، فوكتوز ) أثناء الطبخ عن 2-3 % من مكونات الخلطة . هذا وتؤدي إضافة الأحماض العضوية أو مركبات أخرى لها pH منخفض لزيادة نسبة تحول السكروز مما يكسب الحلوى القوام اللزج ويقلل من فترة صلاحيتها كما يسبب مشاكل تصنيعه خاصة أثناء عملية التغليف .

(7) يمكن تلخيص الأسباب التي تؤدي لحدوث عيب التبلور في الحلوى المغلية فيما يلي:

1.7- ارتفاع نسبة السكر / جلوكوز عن النسبة المتزنة.

2.7- ارتفاع 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 الحلوى في ظروف رطوبة عالية.

5.7- تخزين الحلوى في جو دافئ يقلل من لزوجتها ويسمح بحرية حركة البللورات في الشراب المركز.

( 8 ) كما يمكن تلخيص الأسباب التي تؤدي لحدوث عيب التلزوج في الحلوى المغلية فيما يلي :

1.8- زيادة نسبة تحول السكروز أثناء عملية الطبخ. ويعتمد مستوى السكر المحول في الحلوى المغلية على \* نسبة السكر / شراب الجلوكوز ،

\* تحولات السكروز أثناء عملية الطبخ ،

\* اضافة مكونات أخرى 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% حتى لا يحدث عيبى التلزوج / التبلور فى الحلوى المغلية مع نقص فترة الصلاحية ) ،

\* معدل تحول السكر عند إضافة كريم التارتار بدلا من شراب الجلوكوز ،

\* إضافة أحماض عضوية أو حلوى تعاد للتشغيله فينخفض pH

الخطأ ويزيد معدل تحول السكر أثناء الطبخ .

2.8 - زيادة الرطوبة النسبية فى غرف التشكيل، والتغليف والتعبئة حيث يجب ألا تزيد الرطوبة النسبية فى غرف التغليف والتعبئة عن 45%، هذا ويفضل تغليف الحلوى دافئة (32 درجة مئوية).

3.8- استخدام مواد تغليف غير مناسبة لا تمنع إنتقال بخار الماء بين الحلوى والجو الخارجى.

4.8- تخزين الحلوى تحت ظروف رطوبة نسبية عالية.

(9) كلما زادت فترة طبخ الحلوى وارتفعت درجة الحرارة تغير لونها إلى اللون الأصفر أو البني الفاتح ، وتصبح الحلوى داكنة اللون ، وبعض منتجات الحلوى المغلية مثل المنكهة بالنعناع والمنتجات المشابهة يجب أن يكون لونها فاتحا ويجب خلوها من أي مظهر لدكائة اللون.

(10) هناك عيوب كانت شائعة في الحلوى المغلية مثل ضعف النكهة ، التبقع وتكون الجيوب الهوائية ، ... إلخ ، ومع تقدم طرق ونظم التصنيع وتحول عملية التصنيع في المصانع الحديثة إلى النظم المستمرة ، مع تشغيل المصانع بالجواسب الآلية قلت احتمالات حدوث هذه العيوب في منتجات الحلوى ، كذلك أدى تقدم تكنولوجيا تصنيع الحلوى إلى معرفة الأسباب التي كانت تؤدي لهذه العيوب ومعرفة طرق تلافيها وكيفية علاجه عند حدوثها.

#### 9.4. التوفي والكراملة والفودج Toffees, Caramels and Fudge

تتميز هذه المجموعة من منتجات الحلوى بإحتواءها على اللبن والزبد وبعض أنواع الزيوت النباتية . فعند تسخين بروتينات اللبن في وجود الماء والسكريات (السكر ، السكر المحول ، 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

بفضل إستخدام الطريقة الوزنية عن الطريقة الحجمية  
في تحضير عظام الحلوى 181 نظراً إلى عتلاق المكونات الحجمية

الكرملة الناتجة عن تسخين محلول السكريات على درجة حرارة مرتفعة مثلما يحدث لمخلوط الحلوى المغلية عند طبخه على 149 - 154 درجة مئوية كما ينشأ أيضا عن تسخين السكريات في وسط قلوي أو حامضي كما سبق تبياناه ( ص 142 ) نكهة كرملة قوية .

وعند إضافة الزبدة الى شراب مركز أثناء غليانه تتعرض الزبدة لبعض التغيرات الكيميائية والتي ينشأ عنها نكهة جذابة ومرغوبة ، ولم يمكن حتى الآن باستخدام بدائل للزبدة من الزيوت النباتية الحصول على 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 لا ينتج عنها نكهة الطبخ المميزة لمنتجات هذه المجموعة ، وقد أمكن التغلب على نقص نكهة منتجات هذه المجموعة المصنعة بالطرق المستمرة بتخزين الحلوى بعد التصنيع في أوعية تعرف بأوعية الكرملة Carmelizers على 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 ، والمحتوى 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 إليها يكون السكر ذائبا في المحلول فوق المشبع وينتشر في هذا المحلول الدهني وجوامد اللبن إنتشارا كاملاً.

أما الفودج وبعض أنواع الكراملة المتبلورة فهي شبيهة بالفوندان وتتميز بوجود جزء من السكر في صورة متبلورة ويتوزع مع الدهن وجوامد اللبن في الجزء السائل من الشراب.

#### 1.9.4. المكونات، وطرق التصنيع، والأجهزة المستخدمة في صناعة الكراملة والفودج والتوفي

المكونات: \* منتجات الألبان المستخدمة في التصنيع : نادرا ما يستخدم 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 ما تستخدم مثبتات حيث تؤدي الحموضة المرتفعة للشراب إلى تجمع بروتينات اللبن ، وتستخدم عادة كربونات الصوديوم وتسمح بعض الدول باستخدام فوسفات أو سترات الصوديوم كمثبتات .

\* ينخفض pH اللبن الطازج من 6.5 إلى 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 يستخدم أيضا في تصنيع منتجات هذه المجموعة مسحوق اللبن المجفف بالرداذ سواء كامل الدسم أو منزوع الدهن إلا أنه يجب إذابته جيداً وتحويله للصورة السائلة قبل إستخدامه في التصنيع حتى لا تتكتل 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 لا يمكن تعويضها باستخدام الزيوت النباتية .

\* أمكن إستخدام بعض أنواع الزيوت النباتية وخاصة زيت النخيل في صناعة منتجات التوفي والكراملة كبديل للزبد .

\* عند تخزين الزبد أو الزيوت النباتية في صهاريج المكونات يراعى أن تكون الصهاريج مصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ حيث تؤدي أنواع الصهاريج المصنوعة من النحاس لأكسدة الدهون .

\* عادة ما تضاف مواد مستحلبة لخطة الحلوى ، وأكثرها إستخداما الجليسرول أحادي الستيرات.

\* 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 " 42 DE " ، 8.2 كجم لبن مكثف محلي كامل الدسم ، 3.6 كجم زيوت نباتية صلبة ( نقطة إنصهارها 32 درجة مئوية ) ، 227 جم جليسرول أحادي الستيرات ، 142 جم ملح .

\* وعند طبخ هذه المكونات بنظام الدفعات توضع في وعاء مفتوح وتقلب بصورة مستمرة مع التسخين باللهب المباشر أو البخار ( في الجدار المزدوج لوعاء الطبخ ) ويستمر التقليب مع التسخين حتى تذوب كل السكريات وتخلط معها كل المكونات الأخرى .

\* تزال أي سكريات أو مواد صلبة تلتصق بالحافة العليا لوعاء الطبخ أثناء التسخين بفرشاة مبللة بالماء .

\* يستمر التسخين ويرفع معدله تدريجياً وتقاس درجة حرارة المخلوط حتى تصل درجة غليانه إلى نقطة إنتهاء الطبخ عند 118 درجة مئوية .

\* يوقف التسخين ويستمر التقليب لبضعة دقائق ، ثم تسكب الكراملة على منضدة التبريد وتستكمل عمليات التشكيل ثم التغليف والتعبئة .

وتجدر الإشارة إلى الاعتبارات التالية:

1- يتغير لون الكراملة أثناء عملية الطبخ كما يتغير اللون أيضاً على منضدة التبريد ويتحول في كلا الحالتين إلى اللون الأصفر فالبنّي الفاتح .

2- يمكن إستبدال شراب الجلوكوز القياسي ( 42 DE ) المضاف لخلطه الكراملة السابقة إما بشراب جلوكوز منخفض القوة الاختزالية أو شراب جلوكوز مرتفع القوة الاختزالية ( أعلى من 42 ) ، أو بشراب سكر محول . وفي جميع الحالات السابقة تنتهي عملية الطبخ عند درجة حرارة 118 درجة مئوية ، وتلاحظ الاختلافات التالية نتيجة إستبدال شراب الجلوكوز القياسي :

- تزداد لزوجة وصلابة الكراملة التي يضاف إليها شراب الجلوكوز منخفض القوة الاختزالية 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 بدلاً من شراب الجلوكوز القياسي تكون الكراملة أقل لزوجة وتتميز بلون داكن ، تزداد دكانة لونها بعد صبها على 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 إنتهاء الطبخ ومحتواها الرطوبي .

جدول(4.4): درجات حرارة الكراملة الطرية والمتوسطة الطراوة والصلبة ومحتواها الرطوبي

نوع الكراملة	درجة حرارة الغليان عن إنتهاء الطبخ (م)	المحتوى 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 الحلوى الأخرى 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 نقيات خاصة المطحونة أو جوز الهند أو شوكولاتة أو زبيب

تضاف مواد مختلفة لتعديل قوام الكراملة ... فيضاف الجيلاتين بنسبة 0.25% من الخلطة في الكراملة المضاعة ، وتضاف نشا الذرة أو النشا معدل التركيب لخلطة الكراملة لتحافظ على قوامها وشكلها بعد التصنيع ، كما قد يضاف الفرابي لخلطة الكراملة بنسبة حوالي 6% كعامل لإدخال الهواء فيخفض من كثافة الكراملة .

وعند تصنيع الفودج Fudge تضاف للخلطة الرئيسية للكراملة حوالي 3.2 كجم فوندان بالطريقة التالية :

بعد أن تصل درجة حرارة خلطة الكراملة أثناء طبخها إلى 118 درجة مئوية (نقطة انتهاء الطبخ) تقسم محتويات وعاء الطبخ إلى نصفين :

1- النصف الأول يبرد إلى 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 " الأولى والثانية على منضدة التبريد . تتميز الكراملة التي أضيف إليها الفوندان على درجة حرارة منخفضة ( 82 درجة مئوية ) بسرعة التصلب أما الثانية فتظل طرية لمدة طويلة .

- بعد 20 ساعة يتميز النصف الأول من الفودج بقوامه الصلب ويتبلور جزء من السكر ، أما النصف الثاني فيتميز بقوامه الطري ويذوبان 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 حتى تصل نقطة غليان المخلوط إلى 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 على منضدة التبريد وعند وصولها للقوام البلاستيكي يتم تشكيلها .

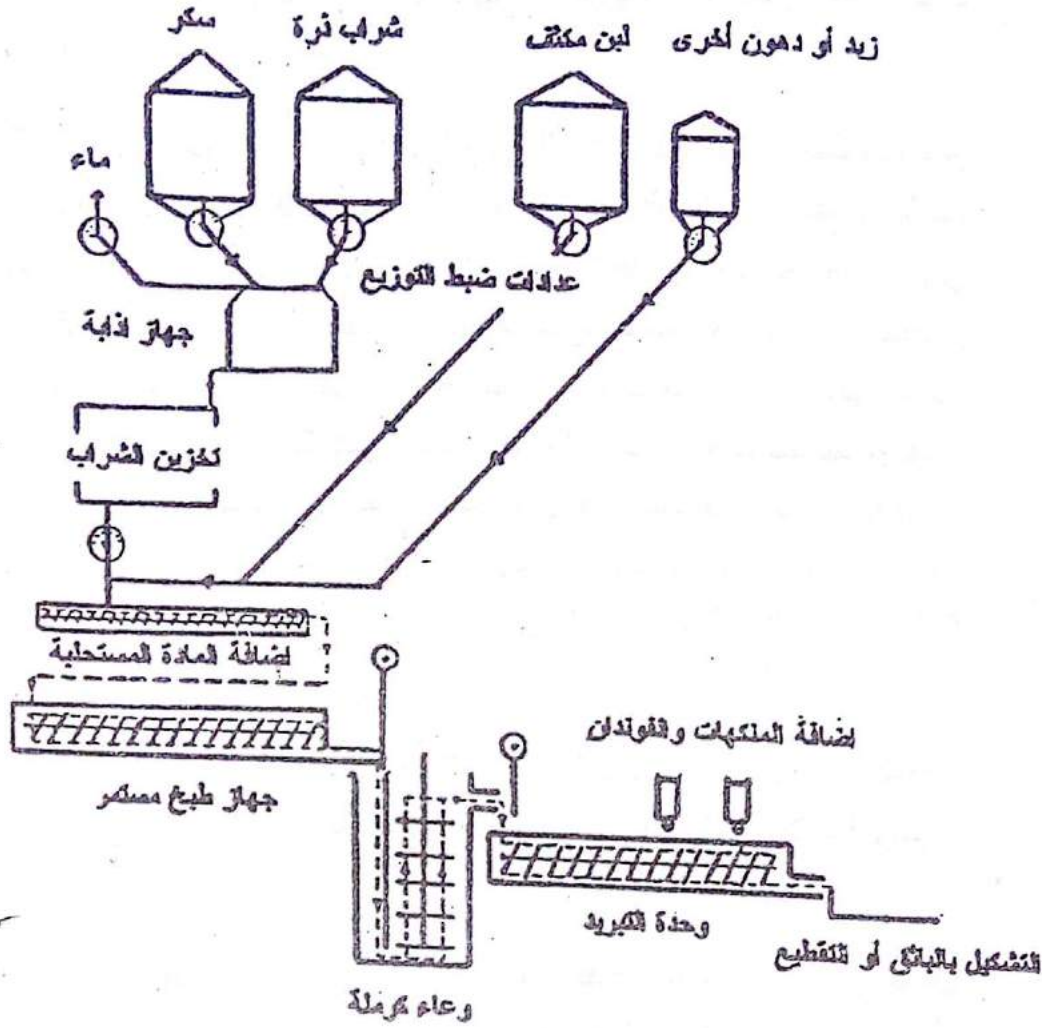
#### 10.4. تصنيع الكراملة والفودج في مصانع الحلوى

في المصانع الصغيرة والقديمة كانت عملية طبخ الكراملة والفودج تتم في الأوعية المفتوحة والتسخين باللهب المباشر. وكانت هذه الطريقة البدائية في التصنيع تكسب منتجات هذه المجموعة النكهة المميزة للكراملة .

وعندما تم تعديل طريقة الطبخ باللهب المباشر إلى استخدام أوعية مزدوجة الجدار وتسخن البخار كطريقة من طرق الطبخ على دفعات أكسبت هذه الطريقة أيضا منتجات هذه المجموعة النكهة المميزة للكراملة .

أما في المصانع الحديثة فقد استخدمت الطرق المستمرة في التصنيع إلا أن السرعة التي يتم بها التصنيع في الطرق المستمرة أدت إلى 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 على زمن التسخين ونسبة السكر المختزل والماء. هذا وقد أجرى تعديل خطوط تصنيع الكراملة بالنظام المستمر بالحاق أوعية كرملة Carmelizers في خط التصنيع . فبعد إنتهاء الطبخ تمر الكراملة خلال مسخن ( وعاء الكرملة ) لمدة حوالي 20 دقيقة على 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

## 11.4. منتجات الحلوى المستخدمة فيها عوامل إدخال الهواء

## Aerated Confectionery

هي منتجات الحلوى المستخدم في تصنيعها عوامل إدخال الهواء لزيادة حجمها وخفض وزنها النوعي وتحسين قوامها ومظهرها ويحتل أيضا القيمة الهضمية ، ويتم إدخال الهواء Incorporation في هذه المنتجات بعدة طرق أهمها الطرق الميكانيكية ثم الطرق الكيماوية. وتتلخص أهم الطرق الميكانيكية المستخدمة في إدخال الهواء في منتجات الحلوى فيما يلي :

- 1- إدخال الهواء أو غاز خامل في الشراب أو الدهن بواسطة " الخفق الميكانيكي " سواء تحت ظروف الضغط الجوي العادي أو الضغط المرتفع . ولتجنب إنهييار الرغوة بعد تكوينها أو بمعنى آخر " هروب الهواء من المنتج "



تضاف عادة مواد مثبتة للرغوة مثل الجيلاتين ، وألبومين البيض ، وبروتينات اللبن المتحللة ، والصمغ ... الخ .

2- إذابة الهواء أو الغاز تحت ضغط مرتفع في الشراب المركز أو مخلوط الدهن أو الشوكولاتة وعند خروج هذا المخلوط من فتحة وعاء الضغط المرتفع ، ويتمدد المخلوط ، بسبب محاولة الغاز الخروج من مخلوط الحلوى عند الضغط الجوي العادي فتتكون فقائيع هوائية صغيرة تحصرها مكونات مخلوط الحلوى وتنتفخ . وعادة تصنع الشوكولاتة المخفوقة بهذه الطريقة حيث يذاب غاز ثاني أكسيد الكربون ، في كل من زبدة الكاكاو والشوكولاتة السائلة ، تحت ضغط مرتفع . وعند خروج تلك المكونات من وعاء الضغط المرتفع ، للضغط الجوي العادي ، يحاول الغاز الخروج فتحجزه جزيئات الشوكولاتة فتنتفخ وتكون رغوة شوكولاتة لزجة القوام . وعندئذ يتم صبها في القوالب لعملية " التشكيل " " وتتصلب " بالتبريد .

شاورين  
شعير

3- تستخدم عمليات الشد واللف في إدخال الهواء لمنتجات الحلوى الصلبة ذات المظهر اللامع مثل البونبون اللامع Satin hard boiling و غلاف البونبون المحشى .

4- يمكن إدخال الهواء للحلوى الصلبة في مرحلة القوام البلاستيكي بجهاز البائق Extruder ففي أثناء عملية البثق تمرر الحلوى البلاستيكية القوام من خلال جزء معدني به ثقوب عديدة بشكل نجوم ، وعند خروج شرائط الحلوى (ذات المقطع بشكل النجمة) من فتحات جهاز البائق تلتصق هذه الشرائط مع بعضها تاركة بداخلها قنوات ممتلئة بالهواء ، ويمكن أن تملأ هذه القنوات بمكونات حشو من أنواع العجائن الطرية .

عند إعداد شرائط الحلوى بطريقة الإسطوانات ثم تركيب هذه الشرائط مع بعضها لتكون أشكال القضبانات التي تحصر بداخلها قنوات من الهواء ، فتقل كثافة منتجات الحلوى ، وتتكون أشكالا من الحلوى شبيهة بأشكال جهاز البائق ولكنها أقل انتظاماً وتجانساً.

أما الطرق الكيميائية لإدخال الهواء في منتجات الحلوى فتعتمد على 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 الحلوى ، وعند إندفاع غاز ثاني أكسيد الكربون في صورة فقاعات صغيرة تتكون خلايا من الهواء المحاط بغشاء

من مكونات الحلوى ( سواء بروتيني أو سكريد عديد ) عند سطح الهواء والمحلول السكري . ويعتمد حجم الفقاعات على حجم جزيئات البيكربونات ، ودرجة النشاط السطحي لمكونات الحلوى التي تحجز بداخلها فقائيع الهواء. كما يؤثر النشاط السطحي للمكونات على قوة هذه الفقاعات وقدرتها على الاندماج مع الفقاعات الأكبر، وعندما يحدث الاندماج ويزداد حجم فقاعات الهواء في مخلوط الحلوى تقل كثافة الحلوى ويزداد حجمها ويتميز قوامها بالهشاشة .

ومن الأهمية بمكان المحافظة على ثبات الرغوة Foam stability في منتجات الحلوى "المغلية والمارشمالو والنوجا وأنواع الحلوى الأخرى" المشبعة بالهواء. ويؤدي وجود بعض المكونات مثل المواد الدهنية والأحماض الدهنية والزيوت الطيارة وبعض المواد المنكهة الأخرى في خلطة الحلوى إلى هدم أو إضعاف الرغوة لأنها تزيد من التوتر السطحي Surface tension وللتغلب على ضعف الرغوة تضاف مواد مثبتة للرغوة مثل الجيلاتين أو البيومين البيض .

ويتأثر كذلك ثبات الرغوة في الحلوى بقوة وزمن الخلط. فإذا زاد معدل خلط المكونات عن حد معين يتكون القوام الإسفنجي حيث تندمج بعض فقائيع الهواء مع بعضها ولا تتكون الفقائيع الهوائية الكبيرة التي تكسب منتجات الحلوى القوام الهش .

وتشمل منتجات الحلوى 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 والبيومين البيض مع الفاكهة والنقل وحديثا يستبدل عسل النحل ، لتقليل التكاليف، بالسكر أو شراب الجلوكوز.

#### 1.11.4 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 الحلوى .



ويصنع المارشمالو Marshmallow الآن بدون عصير جذور نبات المارشمالو المشار إليه وتستخدم في قائمة مكوناته واحد أو أكثر من عوامل إدخال الهواء مثل ألبومين البيض ، والجيلاتين واللبن المتحلل والبروتين والصمغ العربي أو أي مواد خفف في شراب السكر / جلوكوز. وتتوقف صفات قوام المارشمالو على نوع عامل إدخال الهواء ومحتواه النهائي من الرطوبة ، والتي تتراوح بين 12 - 18 % (وزن رطب) .

#### 1.1.11.4. وفيما يلي طريقة تصنيع المارشمالو

المكونات وطريقة التصنيع :

- 340 جم جيلاتين تنقع ثم يذاب في 1.58 كجم ماء ساخن .
- 113 جم ألبومين بيض ينقع في 0.68 كجم من الماء البارد ويذاب ثم يمرر من خلال منخل ، ويضاف إلى محلول الجيلاتين .
- 6.35 كجم سكر ، 2.72 شراب جلوكوز ، 2.26 كجم ماء يذاب السكر وشراب الجلوكوز في الماء ويسخن المخلوط حتى تصل درجة حرارة الغليان إلى 112 درجة مئوية .
- يضاف للشراب السابق 2.7 كجم سكر محول ، ثم تضاف المواد المنكهة حسب الرغبة .
- يبرد المخلوط الشراب ( السكر والجلوكوز والسكر المحول ) إلى 71 درجة مئوية ، ويضاف إلى محلول الجيلاتين والبيض ويخفق المخلوط حتى يصل للكثافة المناسبة والتي تتراوح بين 0.4 إلى 0.5 .
- يصب المخلوط المخفوق عندما تصل درجة حرارته إلى 49 - 50 درجة مئوية على نشا درجة حرارتها حوالي 38 درجة مئوية ومحتواها الرطوبي بين 4-6 % .
- يترك المخلوط ليحفظ ويتصلب لمدة تتراوح بين 16-24 ساعة في جو دافئ (27 درجة مئوية) جاف .

#### 2.1.11.4. وفيما يلي بعض أهم الاعتبارات الواجب مراعاتها أثناء التصنيع

\*يتأثر قوام وكثافة المارشمالو بدرجة كبيرة بكمية ألبومين البيض والجيلاتين

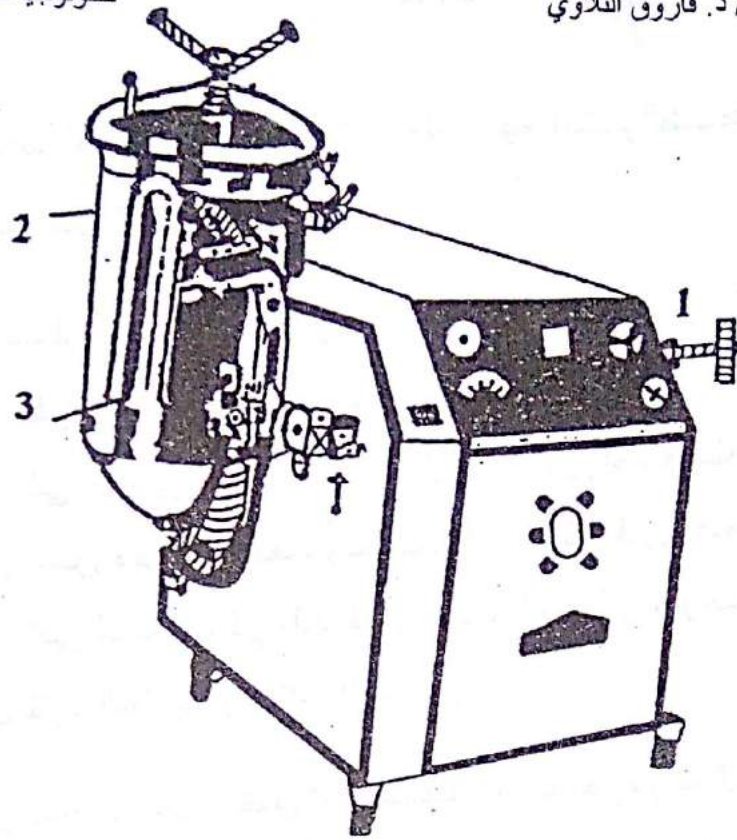
أو بإضافة مواد جيلاتينية أخرى أو صموغ . كما تؤثر كمية الماء والضغط المستخدم في آلة التصنيع على كثافة المارشمالو .

\* يمكن تصنيع المارشمالو بنظام الدفعات في خطوة واحدة بوضع الشراب وعوامل إدخال الهواء في وعاء الخفق سوياً يخفق المخلوط لإنتاج الرغوة بالكثافة المطلوبة، أو على خطوتين حيث تخفق عوامل إدخال الهواء منفصلة حتى تتكون الرغوة في صورة فراابي خفيف، ويعد الشراب المركز في وعاء آخر ثم يضاف إلى الفراابي الخفيف. يلي ذلك خفق مخلوط الفراابي والشراب المركز حتى الوصول للقوام المطلوب ( 0.4-0.5 جم/سم).

\* 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 الحلوى تحت ضغط مرتفع ، إلى تمددها ، بعد خروجها من جهاز الخفق نتيجة لتمدد الفقاعات الهوائية المضغوطة داخل المخلوط عند خروجها للضغط الجوي العادي.





شكل (12.4): جهاز خفق مخلوط حلوى المارشمالو تحت ضغط مرتفع بالنظام المستمر

- لتغيير قوام المارشمالو قد تضاف بعض العوامل الجيالية كالأجار، والصمغ العربي، والبكتين منفردة أو مجتمعة.

- يجب تجنب وجود أي آثار من الزيوت أو الدهن في مخلوط حلوى المارشمالو أو في الأدوات المستخدمة في التصنيع حيث تقلل المواد الدهنية من إنتاج الرغوة بسبب قدرة المواد الدهنية على زيادة الجذب السطحي Interfacial tension، أما عوامل إدخال الهواء فتنتج الرغوة بكمية وفيرة عند انخفاض الجذب السطحي.

- من أنواع المارشمالو نوع يعرف المالمو الصلب Short Mallows وفي هذا النوع يضاف مسحوق السكر إلى مخلوط الحلوى المخفوق وتتميز مكونات "المالمو الصلب" بارتفاع 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 حتى الغليان ثم يضاف السكر المحلول.

- يعد المخلوط الرغوي (الفرابي الخفيف) ويضاف إليه حوالي 1 كجم من مسحوق السكر.

- تستكمل باقي خطوات التصنيع كما ذكر سابقا في المارشمالو المنتج على خطوتين . ويعتبر المالدو الصلب من منتجات الحلوى التي يوجد فيها السكر في صورته المتبلورة.

- تغطي بعض المارشمالو بالشوكولاتة وهذه أنواع لا يحدث فيها عيب الجفاف أو التبلور الذي يحدث في أنواع المارشمالو غير المغطاه .

- تتكون خلطة المارشمالو من شراب مركز لا يصل تركيزه إلى 75% ومع إضافة بعض المكونات الأخرى كالألبومين البيض أو الجيلاتين والتي يحتمل تلوثها بأنواع بكتيريا مرضية أو قد تجعل الحلوى قابلة للتخمر ، أو نمو الفطريات عليها ، لذلك يراعى إتباع كافة خطوات الممارسة العملية السليمة Good Manufacturing Practice في إنتاج هذه المنتجات الحساسة لتجنب حدوث مشاكل ميكروبيولوجية عند تخزينها أو مشاكل صحية لمستهلكيها

#### 2.11.4. النوجا Nougat

من منتجات الحلوى الواسعة الإنتشار ، بدأ إنتاجها في فرنسا ، وكانت تصنع من مخلوط عسل النحل وبياض البيض المخفوق حتى يصبح فرايب ثم تضاف إليه النقليات والفواكه المجففة ويسمى هذا المنتج في فرنسا مونتيلما Montelimart . وتصنع النوجا في المصانع بإضافة شراب السكر المطبوخ الساخن إلى شراب رغوي، وقد تكون النوجا صلبة مضاعة 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 إلى خلطتها كمية قليلة من الدهن لتكسيبها بعض الليونة.

وتتميز النوجا الطرية بارتفاع محتواها الرطوبي وانخفاض كثافتها، وتوجد خلطات مختلفة من النوجا تضاف إليها مكونات أخرى مثل الكاكاو، مسحوق اللبن، اللاكتوز، المولت، مسحوق السكر، وعند إضافة الدهن تضاف عادة مواد مستحلبة للتغلب على 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



بارتفاع محتواها من السكر وشراب الجلوكوز عن أنواع النوجا الأخرى كما تشمل مكوناتها عادة مسحوق السكر لتشجيع تكوين البلورات 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 .

#### 1.2.11.4. أسس تصنيع ومكونات النوجا

##### \* النوجا الطرية Soft Nougat

تستعمل المكونات التالية في إنتاج النوجا الطرية .

**115** جم البيومين بيض (أو بديل مناسب) 1375 جم ماء ، 2300 جم مسحوق سكر. يذاب البيومين البيض في الماء ثم يضاف مسحوق السكر ويخفق المخلوط بجهاز خفق (تفضل المضارب السلك) على سرعات عالية حتى تتكون الرغوة المناسبة .

**6** كجم سكر ، 9 كجم شراب جلوكوز ، 1.8 كجم ماء . يذاب السكر في الماء الساخن ثم يضاف شراب الجلوكوز ويستمر الغليان حتى تصل درجة حرارة الشراب المركز إلى 127 درجة مئوية .

يضاف الشراب الساخن إلى المخلوط الرغوي على صورة تيار خفيف أثناء التقليب بسرعة منخفضة في جهاز الخفق .

(ج) 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 ) - تخطط الأربعة مساحيق في الصورة الجافة خلطا جيدا وتضاف إلى مخلوط أ ، ب برفق مع التقليب المستمر الخفيف .

(د) 0.450 كجم دهن - يصهر الدهن على درجة حرارة منخفضة ويضاف للمخلوط مع التقليب البطيء حتى يحدث خلط تام ( ويجوز خلط الكاكاو مع الدهن ) .

ويفرد المخلوط على منضدة التبريد حتى يتصلب ويستقر ثم يتم تقطيعه وتغليفه .

## النوجا الصلبة المضاعة Hard Chewy Nougat

115 جم البيومين بيض أو البديل المناسب، 2 كجم سكر، 1.6 كجم ماء، يذاب البيومين البيض في 0.9 كجم ماء ويذاب السكر في 0.7 كجم ماء ساخن ثم يبرد الشراب السكري ويضاف لمحلول البيومين البيض ويخفق المخلوط بنفس الطريقة المشار إليها في النوجا الطرية.

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 حتى تصل درجة حرارة الشراب المركز إلى 141 درجة مئوية .

يضاف الشراب الساخن إلى المخلوط الرغوي على صورة تيار خفيف من الشراب أثناء التقليب بسرعة منخفضة في جهاز الخفق .

(ج) يجوز إضافة الدهن ومواد الحشو كالتقليبات المجزأة أو المطحونة ، ويفرد المخلوط على منضدة التبريد أو في ألواح التشكيل حتى يستقر ويتصلب ثم يقطع . \* إنتاج النوجا في المصانع الحديثة .

زاد الطلب العالمي على منتجات النوجا المختلفة في العشرة سنوات الأخيرة وخاصة نوع النوجا الطرية التي تباع في صورة قطع على شكل قضبان مغطاه بالشوكولاتة .

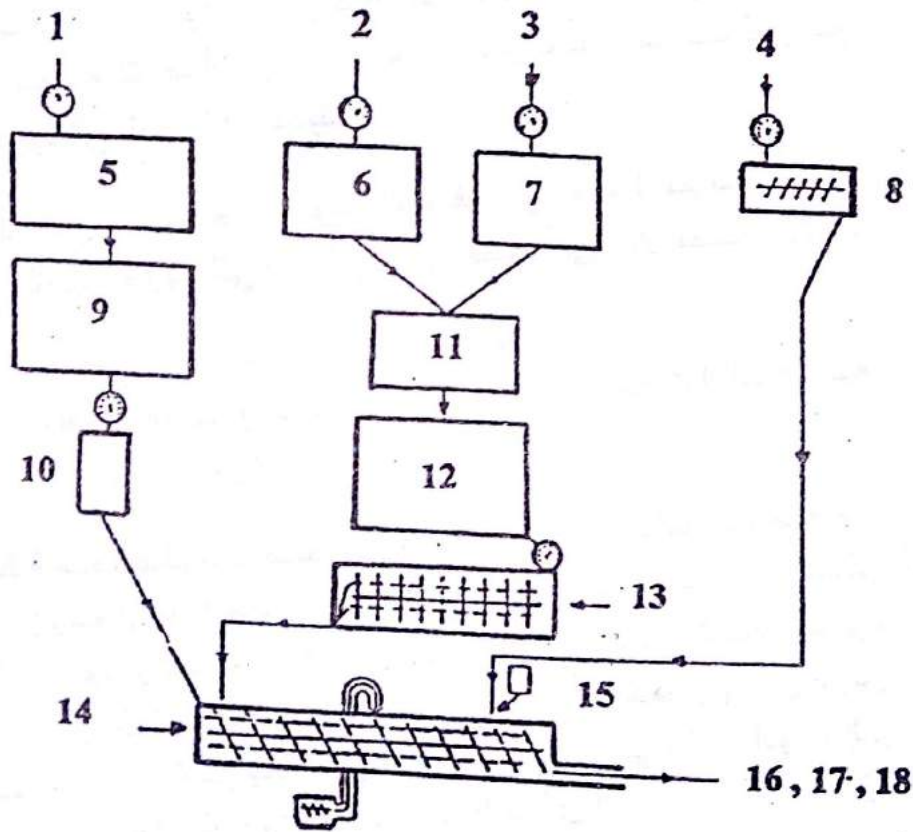
ونتيجة لذلك أقامت المصانع الحديثة خطوط إنتاج ذات سعات إنتاجية عالية لإنتاج النوجا بالطريقة المستمرة .

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 إدخال الهواء، 4- الكاكاو والتوابل والدهون ) وعن طريق نظام التحكم بالحاسب الآلي يتم سحب الكميات المحددة في خطة النوجا إلى 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 الحلوى لجهاز الطبخ "10". أما المكونات 2، 3 فتجري عليها عملية البسترة في وحدة.

التحكم. بعد تكوين المخلوط الرغوي في "13"، يدفع المخلوط الرغوي إلى 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 إلى عمليات التشكيل بجهاز البائق "16" ووحدات التقطيع "17"، ثم وحدة التغطية بالشوكولاتة في بعض الحالات "18".



شكل (13.4): خط تصنيع نوجا بالنظام المستمر

بسترة "11" ثم تخزين في وحدة تخزين الشراب المعد للخفق "12" وتنقل منه إلى جهاز الخفق المستمر "13" بعد سحب الكمية المحددة ببرنامج الحاسب الآلي في نظام

وفيما يلي بعض أهم الاعتبارات الواجب مراعاتها عند تصنيع النوجا :

يجب بسترة شراب البيض بعد فترة قصيرة من صناعته ببضع ساعات كحد أقصى . كما يجب ألا يخزن شراب البيض في مكان دافئ في أوعية تخزينه .

يجب أن تعقم أوعية التصنيع وخطوط الأنابيب والمضخات بعد كل فترة إنتاج ، ويكون الغسيل على مرحلتين المرحلة الثانية بالماء على درجة حرارة الغليان أو البخار لتجنب تكون أغشية من البيض المتجمع في الأجهزة .

إذا توقف العمل في المصنع للصيانة لمدة ما يجب غسل كافة الأجهزة بمنظف معقم لها.

بالنسبة لمسحوق الكاكاو ، ومسحوق اللبن والتوابل ، وأي مكونات أخرى بها نسبة من الدهون فيجب أن تكون خالية من نشاط إنزيم الليبيز . كما يجب أن تكون أعداد الميكروبات في هذه المكونات أقل ما يمكن .

عادة ما يضاف الكاكاو أو التوابل في صورة مسحوق معلق في زيت نباتي ثابت للحرارة ويسخن المعلق على 110 درجة مئوية . وتؤدي هذه المعاملة إلى انتشار 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 استخدام الزيوت غير اللورية (التي لا تحتوي أو تحتوي على حامض اللوريك بنسبة منخفضة) إذا كان قوام الحلوى لا يتأثر معنويا بذلك .

عند إضافة الدهون للمنتجات المشبعة بالهواء ، يجب أن يكون زمن الخلط أقل ما يمكن والدهون في صورة معلقة لأن الدهون تؤدي لانهيان وعدم ثبات الرغوة وقد سبق الإشارة إلى ذلك.



## 12.4. بعض منتجات الحلوى المستخدم في إنتاجها المواد الجيلية والصموغ

**\*\* الحلوى الجيلية، والصمغية، والباستيلية، والملبن:**

### Jellies, Gums, Pastilles and Turkish delight

تشترك هذه الأصناف في صناعتها من محاليل سكرية مع الصموغ أو المواد الجيلية ويتباين قوام الحلوى الجيلية من الحلوى الصمغية الصلبة hard gums إلى حلوى الجيلي الطرية. وتختلف صفات منتجات هذه المجموعة بسبب نوع المادة الصمغية أو العامل المكون للجيل المستخدم في التصنيع، والمحتوى الرطوبي للمنتج النهائي وتختلف طرق إستعمال الصموغ و/أو المادة الجيلية في منتجات حلوى هذه المجموعة بتباين صفاتها، فعلى سبيل المثال لا الحصر:

- يجب ألا يتعرض الجيلتين للغليان حتى لا يفقد بعض صفاته الجيلية، حيث يضاف للشراب الساخن ثم يترسب بالتبريد لتكوين الشبكة الجيلية.

- أما الآجار والألجينات فتنتج جبل ضعيف في الوسط المتعادل ويضعف هذا الجيل عند الغليان في محلول حامضي.

- ويستخدم الصمغ العربي والأكاسيا لإنتاج الحلوى الصمغية الصلبة وكما مادة مغلظة للقوام في بعض أنواع الحلوى كالمارشمالو.

- وتستخدم النشا والنشا معدل التركيب كبديل جزئي أو كلي للعوامل المكونة للجيل في الحلوى الصمغية والملبن.

- يدخل البكتين كمكون أساسي في جبلي الفواكه الحامضي أما البكتين منخفض الميثيل فيكون من ضمن مكونات الجيل المتعادل.

### 1.12.4. إعداد محاليل العوامل المكونة للجيلي

#### Solutions of Gelling Agent

يجب إذابة العوامل المكونة للجيلي إذابة كاملة في المحاليل بالطريقة السليمة حتى لا تتغير صفاتها وفي كثير من الأحيان يفضل تصفية محاليلها أو ترشيحها لإزالة أي مواد غريبة منها وتحتاج بعض العوامل المكونة للجيلي كالجيلاتين والآجار 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 تقريبا 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 وهادئ في ماء دافئ حيث يؤدي التقليب الشديد لإنتاج رغوة وفيرة، أما الآجار فيحتاج لغليان محلوله لإذابته على ألا يستمر الغليان لمدة طويلة. وتحتاج النشا أيضا لغليان محلولها لإذابتها على أن تخلط جيدا بالماء البارد وتكون معلق خال من التكتلات قبل التسخين. هناك بعض أنواع النشا معدل التركيب تذوب في الماء البارد مباشرة. ويحتاج البكتين لاهتمام خاص عند إذابته حيث يجب توزيع ونشر مسحوقه جيدا، كما يجب إتران نسب البكتين / السكر / الحامض للحصول من البكتين على القوام المناسب والمطلوب لصنف معين من الحلوى ومن العيوب التي تحدث في الحلوى الجيلية

#### 2.12.4. 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 حلوى النشا الجيلية ولذلك يضاف مع النشا أحد العوامل المكونة للجيلي ليعمل على ثبات القوام وتجنب عيب الإدماع ويجب الإشارة إلى حدوث عيب الإدماع في معظم أنواع الجيلي إذا لم تتخذ كافة الاحتياطات لتجنبه أو تقليل معدل حدوثه

وتعاني بعض أنواع الحلوى الجيلية " بالإضافة لظاهرة الإدماع " من حدوث ظاهرة التبلور Crystallization . ومن أهم أسباب حدوث تبلور للحلوى الجيلية .



صب الحلوى الجيلية على نشا أو قشور شوكولاتة أو أي مواد أخرى أثناء التشكيل، عند درجة حرارة أقل من درجة حرارة الصب المثالية.

#### 3.12.4. الحلوى الصمغية Gums

من منتجات الحلوى التي كانت تصنع في البداية لاستخدامها 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 الحلوى الصمغية إلى انخفاض معدل ذوبانها أثناء إستحلابها في الفم وهذه الصفة مهمة في أدوية علاج إصابات البلعوم .

ويعتبر الصمغ العربي المكون الأساسي عند صناعة الحلوى الصمغية وقد يضاف مع الصمغ العربي الجيلاتين أو النشا معدل التركيب كوسيلة لتعديل قوام الحلوى .

#### 1.3.12.4. أسس تصنيع ومكونات الحلوى الصمغية الصلبة

تستعمل المكونات التالية في إنتاج الحلوى الصمغية الصلبة:

12.7 كم صمغ عربي ، 11.3 كجم ماء. ينقع الصمغ في الماء الدافئ وترفع درجة الحرارة ببطئ مع التقليب المستمر الهادئ حتى 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 اضافته لتجنب زيادة جفاف الحلوى الصمغية في الغرف الساخنة).

تذاب المكونات ويسخن المحلول حتى تصل نقطة غليانه إلى 124 درجة مئوية

يصب الشراب المركز على محلول الصمغ ويجري التقليب بهدوء شديد (لتجنب تكون رغوة) وتزال أي طبقة ريم سطحية تتكون أثناء التقليب ويستمر التسخين لفترة قصيرة فتتكون طبقة ريم أخرى تزال حتى يصبح المحلول الصمغي رانقا تماما . يعقب ذلك عملية الصب والتشكيل على النشا المجففة ( لايتجاوز محتواها الرطوبي 4-5% )

تجفف الحلوى الصمغية لمدة 6-10 أيام في غرف خاصة جافة دافئة ، تصل درجة حرارتها إلى 49 درجة مئوية، وتستمر عملية التجفيف حتى يتكون القوام المناسب للحلوى الصمغية .

ترفع الحلوى الصمغية من النشا، وتزال النشا من على سطح الحلوى ، وقد تستخدم أيضا فرشاه لإزالة أي آثار متبقية من النشا على سطح قطع الحلوى.

تجري على الحلوى الصمغية بعد ذلك عملية تلميع ( جازنة Glazing ) وذلك بوضعها على مناخل سلك وتعامل بالبخار حتى يتكون السطح اللامع، ويجب عدم المبالغة في إجراء المعاملة بالبخار، وإلا يصبح سطح الحلوى طريا لزجا.

تجري على الحلوى بعد ذلك معاملة تجفيف إضافية.

هذا وقد أنشأت في بعض المصانع خطوط إنتاج لصناعة الحلوى الصمغية بالنظام المستمر

وبطبيعة الحال تضاف لمكونات الحلوى الصمغية السابقة المواد المنكهة والأحماض العضوية ، وقد تضاف المواد الملونة ومن أكثر المواد المنكهة المستخدمة شيوعا نكهات الموالح مثل الليمون والبرتقال والزيت الطيارة لها ، وكذلك مركبات عصائر الفواكه . كما تستخدم مواد منكهة أخرى عديدة مثل المنثول ، الينسون وبعض مستخلصات الأعشاب الطبية لعلاج آلام البلعوم .

#### 2.3.12.4. الحلوى الصمغية الطرية والباستيلية

تكسب الصمغ خاصة الصمغ العربي (عند استخدامه بمفرده في مكونات الحلوى) منتجات الحلوى القوام الصلب، وللحصول على القوام الطري تضاف مادة جيلية أخرى وهي غالبا ما تكون الجيلاتين. يكسب الجيلاتين الحلوى الصمغية القوام الطري المرن ويسهل من عملية تشكيلها إلى أشكال كثيرة .

أسس تصنيع ومكونات " الحلوى الصمغية الطرية، والباستيلية:

#### "Soft Gums and Pastilles"

تستعمل المكونات التالية في إنتاج الحلوى الصمغية الطرية والباستيلية:

4.1 كجم سكر ، 4.1 كجم جلوكوز ، 3.1 كجم عصير فواكه مركز ، أو لب فاكهه ويضاف الماء بالكمية المناسبة والتي تتوقف على تركيز " عصير الفواكه



" ، كما قد يضاف حمض ستريك لضبط الحموضة لتكون ملائمة لتكوين القوام الجيلي .

تذاب المكونات السابقة ويسخن محلولها حتى تصل درجة حرارة غليان الشراب المركز إلى 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 حتى يتم الحصول على محلول رائق تماما.

يضاف محلول الصمغ / والجيلاتين للشراب ويخلط جيدا ثم يصب على نشا جاف ويجفف في الغرف الدافئة ( 49 درجة مئوية ) حتى يتكون القوام الجيلي المناسب ، ويعرف هذا المنتج بالحلوى الصمغية الطرية .

أما الباستيلية فتصنع بتغطية الحلوى الصمغية الطرية بطبقة من السكر المتبلور ، تجري عملية التغطية أو " الطمر " بمعاملة الحلوى الصمغية الطرية بالبخار ، بعد نفخ وإزاحة النشا منها ، فيتكون على سطح قطع الحلوى طبقة صمغية لزجة رقيقة تلتصق بللورات السكر عند إجراء عملية التغطية في اسطوانات دوارة .

تتم إزالة السكر الزائد بالغريلة أو بإمرار قطع الحلوى على سيور مثقبة هزازة .

بعد إضافة السكر والتخلص من السكر الزائد تعامل قطع الباستيلية بالبخار لتكوين طبقة متماسكة نسبيا من بللورات السكر على سطح قطع الباستيلية .

تجري بعد ذلك معاملة تجفيف إضافية للتخلص من الرطوبة التي زادت نسبتها في الباستيلية بعد المعاملة بالبخار.

#### 4.12.4. حلوى النشا الجيلية Starch Jellies

بعد انتاج أنواع متعددة من النشا معدلة التركيب ومتعددة الصفات استخدمت أنواع كثيرة منها، في صناعة حلوى النشا الجيلية، أما النشا العادي التقليدي كنشا الذرة ونشا القمح فيستخدمان في صناعة الملبن Turkish delight ، والذي تعتمد صناعته على 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 فتعطى أصناف نشا بخصائص طبيعية وريولوجية متباينة، وقد استخدمت أصناف النشا المغلية في إنتاج حلوى 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 باستخدام تقنية الهندسة الوراثية، ومن أهم أنواعها النشا ذا المحتوى العالي من الأميلوز.

وعند استخدام هذا النوع من النشا في صناعة حلوى النشا الجيلية يجب إجراء عملية الطبخ على ضغط ودرجة حرارة مرتفعين ولفترة زمنية أقل مقارنة بأنواع حلوى النشا الجيلية الأخرى، وهناك أنواع كثيرة من حلوى النشا الجيلية تختلف عن بعضها في المواد المنكهة، والقوام، ونسب المكونات المختلفة.

أسس تصنيع ومكونات حلوى النشا الجيلية :

#### 1.4.12.4. تصنيع حلوى 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 انفجار حبيبات النشا، ويؤخر السكر المضاف لخلطة الحلوى من جلتنة النشا إذا كانت كمية الماء المضافة للخلطة غير كافية.

وتستعمل المكونات التالية في إنتاج حلوى النشا الجيلية :

22.6 كجم سكر، 28.0 كجم شراب جلوكوز ( 42 DE )، 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 حتى الغليان .

- يعد معلق النشا في نصف كمية الماء البارد المتبقية .



- يضاف معلق النشا تدريجيا للشراب أثناء الغليان مع التقليب ويستمر الغليان حتى يصل تركيز المواد الصلبة من 76-78 %

- تصب حلوى النشا الجيلية في القوالب للتشكيل ، وتستكمل باقي خطوات التصنيع

#### 2.4.12.4. تصنيع حلوى النشا الجيلية بالطبخ "على 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 وما تستغرقه من زمن وطاقة للتخلص منها بعد ذلك ، بتغيير نظام الطبخ في الأوعية المفتوحة إلى نظام الطبخ "على 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 وتبخير حوالي إلى 1-2% رطوبة فقط مع خفض كبير في زمن التصنيع .

وتقسم أنواع طبخ حلوى النشا الجيلية بالبخر إلى نوعين :

في النوع الأول يتم تسخين خلطة الحلوى على أسطح مبادلات حرارية ، ومن الأجهزة المستخدمة في هذا النوع أجهزة الـ Chemetator .

في النوع الثاني وهو نظام الحقن بالبخر يتم تسخين خلطة الحلوى بحقن بالبخر الخارج من فتحات ضيقة موزعة على جدار وعاء الضغط بصورة مستمرة حتى نهاية عملية الطبخ والتي لا تستغرق في هذه الحالة إلا عدة ثوان .

وتستعمل المكونات التالية عند طبخ حلوى النشا الجيلية بنظام المبادلات الحرارية "Chemetator"

18.1 كجم سكر متبلور ، 27.2 كجم شراب ذرة ( مكافئ الدكستروز له 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 إبتدائي على 82 درجة مئوية على المكونات السابقة مع التقليب بصورة مستمرة .

- تنقل المكونات إلى جهاز الطبخ المشار إليه على ضغط مرتفع ودرجة حرارة 138 درجة مئوية .

\* وتستعمل المكونات التالية عند طبخ الحلوى بنظام الحقن بالبخار " على ضغط مرتفع "

18.1 كجم سكر متبلور ، 27.2 كجم شراب ذرة ( 64-DE ) ، 1.8 كجم نشا رقيق الغليان ، 27 كجم نشا عالي الأميلوز ، 5.4 كجم ماء .

- تخلط المكونات لإعداد معلق النشا المتجانس كما في النظام السابق .

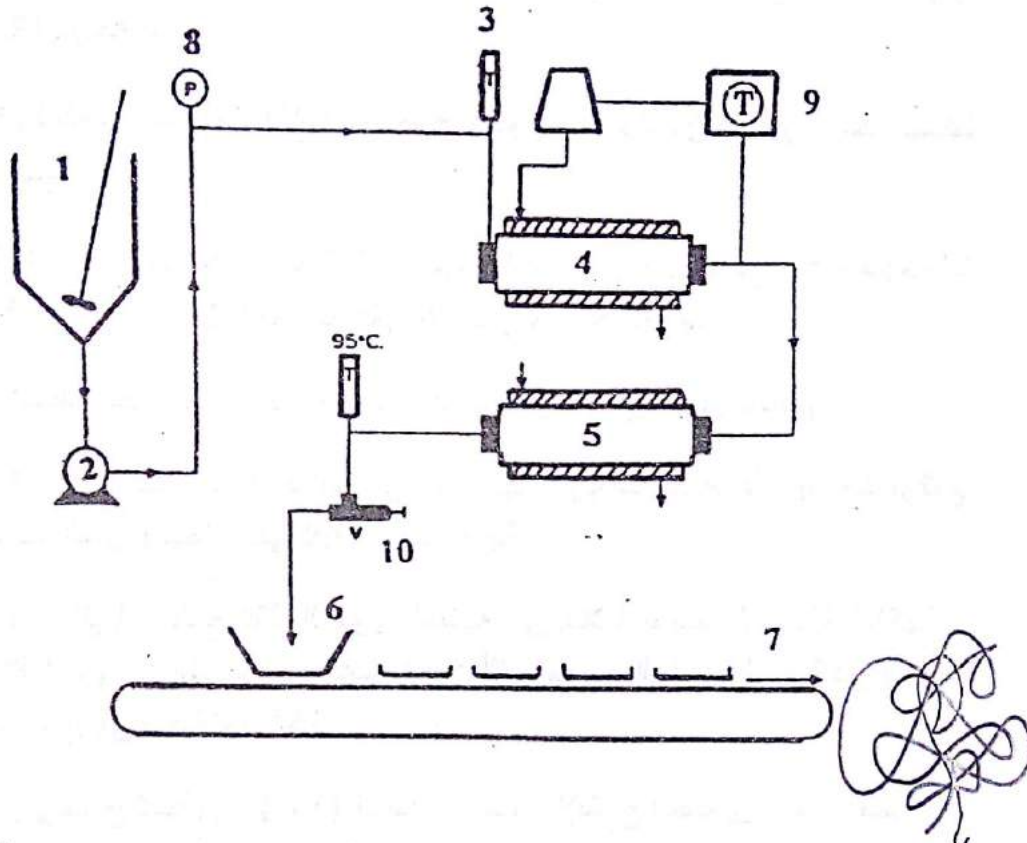
- تسخن الخلطة تسخيناً إبتدائياً إلى 93 درجة مئوية ثم تطبخ على ضغط مرتفع بنظام الحقن بالبخار على 168 درجة مئوية .

- بعد إنتهاء الطبخ تنقل الحلوى الجيلية إلى خلاط مناسب لإضافة المنكهات واللون ويمكن إضافة المنكهات واللون أثناء مرور الحلوى الجيلية في أنابيب الخروج إلى وحدات التشكيل .

ويوضح شكل (14.4) النظام المستمر لإنتاج الحلوى الجيلية بطريقة التسخين بالتبادل الحراري بأجهزة " Chemetator " وفي هذا النظام يتم أولاً خلط المكونات في الوعاء المخصص لذلك (1) ولا يجب أن تزيد كمية الماء المضافة في هذا النظام عن كمية الماء التي ستبقى في المنتج النهائي بأكثر من 1-2 % تسحب الخلطة بواسطة مضخة (2) ويسخن المخلوط تسخيناً إبتدائياً في وحدة التسخين الإبتدائي على 70-90 درجة مئوية (3) تدفع خلطة الحلوى المسخنة إبتدائياً إلى وحدة التسخين الرئيسية " Chemetator " (4) بنظام التبادل الحراري حيث يسخن المخلوط إلى درجة الحرارة المناسبة ( حوالي 140 درجة مئوية ) "9" على "ضغط مرتفع " . ويعمل جهاز توزيع مخلوط الحلوى على سطح التسخين داخل وحدة التسخين الرئيسية على تجانس وانتظام توزيع الحرارة داخل وحدة التسخين. وبعد إنتهاء الطبخ تدفع عجينة الحلوى إلى وحدة التبريد بنفس نظام التبادل الحراري وبدلاً من مرور البخار الساخن في الأنابيب للطبخ يمرر ماء التبريد للتبريد في وحدة التبريد Cooling (5) Chemetator . وتخرج الحلوى من وحدة التبريد على حوالي 95 درجة



منوية إلى عملية الصب والتشكيل (6) حتى يستقر القوام الجيلي (7) والنظام مزود بوحدة تحكم في الضغط "P" (8) درجة الحرارة T (9) وصمامات (10) لضبط معدل مرور خلطة الحلوى الجيلية من مرحلة إلى الأخرى التي تليها .



شكل (14.4) : رسم تخطيطي للنظام المستمر في إنتاج حلوى النشا الجيلية

#### 3.4.12.4. الملبن Turkish delight

نشأ هذا المنتج من منتجات الحلوى في الشرق منذ مدة طويلة وكان يصنع من عسل النحل والدقيق وبنكهة بماء الورد .

وهناك نوعان رئيسيان من الملبن فالأول يصب بعد طبخه على منضدة ليبرد ويستقر ثم يقطع إلى مكعبات ويعفر بمسحوق السكر، ويبيع على هذه الحالة في صناديق غالبا خشبية مصممة خصيصا للملبن.

أما النوع الرئيسي الثاني، فبعد طبخه يصب على مسحوق نشا ثم تزال طبقة النشا ويغطي بطبقة شوكولاتة باللبن

يعتبر النشا هو المكون الأساسي في صناعة الملبن حيث يعطيه المظهر المميز وقد يصنع الملبن من النشا فقط فيعيبه قصر فترة صلاحيته كما قد يعاني من ظاهرة الإدماع Syneresis بالإضافة لتعرضه للجفاف إذا لم يغطى بالشوكولاتة.

ولتحسين الصفات الجيلية للملبن والتجنب تعرضه للجفاف أثناء التخزين قد يضاف الجيلاتين أو الآجار في خلطته مع النشا. كما يستخدم حديثا البكتين منخفض الميثيل مع 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 الماء على البارد حتى يتكون المعلق المتجانس ثم يسخن المخلوط مع الخلطة المستمرة حتى تصل لنقطة الغليان ويستمر الغليان لمدة دقيقتين

13.6 كجم سكر، 3.6 كجم جلوكوز، 0.9 كجم سكر محلول. تضاف تلك المكونات لمخلوط النشا والماء أثناء الغليان، ويستمر الطبخ والغليان حتى يصل تركيز المواد الصلبة الذائبة من 78 - 80 % ، فيوقف الغليان وتضاف المواد النكهة من ماء ورد وكمية قليلة من حامض الستريك ، ويمكن إضافة أنواع أخرى من المنكهات أو المواد الملونة حسب الرغبة .

أما الملبن المضاف إليه مواد مجلنتة أخرى لتحسين قوامه وتغيير بعض صفاته فيمكن اضافة 340 جم من الجيلاتين ( سبق نقعة في الماء ) للمخلوط السابق .

كما يمكن أيضًا إضافة الآجار آجار قبل إنتهاء الغليان بفترة وجيزة .

### 13.4. الحلوة الطحينية: Halawa Tehinieh

تعتبر الحلوة الطحينية من منتجات الحلوى المنتشرة في مصر ودول الشرق الأدنى وتصنع من طحينة السمسم البيضاء والسكروز (أو السكروز والجلوكوز) وعرق الحلوة وحامض الستريك، كما قد تضاف لها مكونات أخرى كالنقلبات و/أو مواد منكهة كماء الورد والفانيليا، أو مواد منكهة وملونة كالكاكاو والبن المطحون .... إلخ.

وللمنتجات المختلفة من الحلوى قيمة حرارية (سعيرية) عالية لاحتواءها على نسبة مرتفعة من الزيوت والبروتينات (من طحينة السمسم) والكربوهيدرات



ممثلة في النسبة العالية من السكر ، هذا بالإضافة للقيمة الحرارية لما تحتويه بعض أنواعها من نقيات مختلفة أو فواكه مجففة كالزبيب ، وبالإضافة لعناصر الطاقة تحتوي الحلوى على نسب مقبولة من بعض فيتامينات مجموعة فيتامينات B كالنياسين والثيامين بالإضافة لمحتواها من العناصر المعدنية كالسيوم والحديد .

ويمكن اعتبار الحلاوة الطحينية منتج من منتجات الحلوى التي تستخدم فيها عوامل إدخال الهواء أو منتجات الحلوى التي تستخدم فيها الصمغ نظرا لما يكسبه عرق الحلاوة الطحينية من صفات مشتركة بين المجموعتين .

#### 1.13.4. مكونات الحلاوة الطحينية

##### 1.1.13.4. الطحينية البيضاء

وتصنع من السمسم بعد غمره في ماء نظيف لإكساب القشرة اللينة اللازمة لسهولة فصلها باستخدام آلات تقشير خاصة أو ينقع السمسم في محلول ملحي في أحواض خاصة فتفصل البذور عن القشور ثم يمرر السمسم المقشور على غرابيل لحجز السمسم والتخلص من المحلول الملحي ، ثم يغسل بعد ذلك السمسم المقشور بالماء النظيف لإزالة آثار الملح .

يتبع عملية تقشير السمسم تجميعه باستخدام آلات تجميع خاصة لإكساب السمسم طعما ولونا مرغوبا ولتجفيفه جزئيا لتسهيل طحنه لإنتاج الطحينية البيضاء .

يطحن السمسم المقشور المحمص باستخدام آلات طحن خاصة لإنتاج الطحينية البيضاء كأحد المكونات الأساسية لصناعة الحلاوة الطحينية .

##### 2.1.13.4. السكر

يستخدم السكر عادة في إعداد الشراب السكري وعندئذ يضاف الستريك أثناء عملية الطبخ بنسبة من 0.2 - 0.3 % من وزن السكر فيتحول جزء من السكر إلى جلوكوز وفركتوز لمنع حدوث تبلور للسكر . وقد يضاف الجلوكوز بنسبة حوالي 25% وعندئذ يكون طعم الحلاوة الطحينية أقل حلاوة .

##### 3.1.13.4. حامض الستريك

يضاف حامض الستريك ( ملح الليمون ) بنسبة تتراوح بين 0.2 - 0.3 % من وزن السكر . ويغنى استخدام الجلوكوز مع السكر عن إضافة حامض الستريك .

#### 4.1.13.4. عرق الحلاوة

ويستخلص من قلف أشجار الـ *Saponaria officinalis* كما يوجد نوع آخر من الأشجار يستخلص منها هذه المادة ( عرق الحلاوة ) وذلك بنقعها في الماء في براميل خاصة لمدة تتراوح بين 4-7 أيام حتى يتم استخلاص بعض المواد الصمغية التي تكسب الحلاوة اللون الفاتح والقوام الهش كما تعمل على زيادة حجمها .

#### 5.1.13.4. مكسبات الطعم والرائحة واللون

تضاف مكسبات الطعم والرائحة واللون للحلاوة الطحينية كمواد إختيارية optional ingredients ومنها على سبيل المثال لا الحصر الفانيليا وماء الورد والكاكاو والبن المطحون.

#### 6.1.13.4. المكونات الأخرى

قد تضاف للحلاوة الطحينية النقليات (كالبنديق واللوز وعين الجمل) أو بعض أنواع الفواكة المجففة كالزبيب وتضاف تلك المواد أثناء عملية اللف والعجن.

#### 2.13.4. الآلات والمعدات المستخدمة في صناعة الحلاوة الطحينية

\* أوعية طبخ المحلول السكري حيث تسحب الكمية المحددة من السكر وكمية الماء إلى أوعية طبخ المحلول السكري والتي سبق تناول بعضها في هذا الكتاب .

\* وحدة خلط ولف وعجن الحلوى ويستخدم منها في مصر نظامين :

العجن اليدوي : حيث يتم العجن والخلط في إتجاه واحد ويعتمد قوام الحلاوة على ضبط نسب المكونات وكفاءة العجان الذي يرتدي قفاز حراري لإجراء عملية خلط المكونات وهي لازالت ساخنة.

العجن الآلي : أما العجن الآلي فتستخدم فيه آلة شبيهة بآلة شد ولف الحلوى لخلط المكونات وتحتاج هذه الآلات لتطوير مستمر حيث تنتج حلوى غير متماسكة أو متجانسة القوام وذلك إذا لم يتم ضبط ريش العجن بسرعات متباينة طبقاً لتطور تكوين القوام المناسب.



### 3.13.4. المكونات الأساسية لصناعة الحلاوة الطحينية

100 كجم سكر، 15 كجم ماء، 200 جم حامض ستريك، 1 لتر مستخلص عرق الحلاوة

### 4.13.4. وفيما يلي ملخص لخطوات تصنيع الحلاوة الطحينية

#### إعداد الشراب

يتم سحب الكميات المحددة من السكر والماء من صهاريج التخزين إلى وعاء الذوبان حيث تضاف الكمية المناسبة من الماء الساخن لإذابة السكر ويخزن الشراب لتسحب منه الكميات المناسبة لوعاء الطبخ .

#### التسخين والطبخ:

يتم طبخ المحلول السكري في أواني الطبخ حتى تصل درجة الحرارة إلى حوالي 112 - 114°م وعندئذ يتم قفل صمام بخار التسخين ويستمر تقليب المحلول السكري حتى يبرد نسبياً وتصل درجة حرارته إلى حوالي 80 - 90°م ويضاف مستخلص عرق الحلاوة وتستمر عملية التقليب حتى تنخفض درجة حرارة المحلول السكري إلى حوالي 70-75°م .

#### اللف العجن:

\* ينقل مخلوط المحلول السكري وعرق الحلاوة كثيف القوام الساخن إلى وحدات لف وعجن الحلوى اليدوية أو الآلية حيث تضاف إليه الطحينية البيضاء بنسبة 1 : 1 .

\* يتم تقليب مخلوط الحلوى الساخن يدوياً في العجانات اليدوية في اتجاه واحد حيث يرتدي العجان قفازاً حرارياً حتى لا تؤثر سخونة المخلوط على يديه وتنتهي وتنتهي عملية الخلط عندما يحدث تشعير وتكتسب الحلوى والقوام المطاطي الهش .

\* أما في العجانات الآلية فتضبط سرعة محاور التقليب بحيث تتم عملية التقليب بكفاءة حتى يتكون القوام المناسب .

### الوزن والتعبئة:

يترك المخلوط لفترة وجيزة ويوزن ويعبأ وهو ساخن نسبياً (حولي 50-60°م) حتى يكون القوام مرناً نسبياً ويكتسب شكل العبوة .

تغطي الحلاوة الطحينية بعد ذلك برقائق القصدير أو السيلوفان أو ورق لا يمتص الشحوم grease proof paper .

### التخزين والتسويق:

تخزن الحلوى في مخازن مهواة على درجة حرارة مناسبة ( 15-25°م ) ويفضل وضع العبوات مقلوبة لكي لا ينفصل الزيت على سطح الحلوى وعند عرض عبوات الحلوى للمستهلك في وضعها الصحيح يعاد امتصاص الزيت في الحلوى .

#### 5.13.4. صفات الحلاوة الطحينية مرتفعة الجودة

تتميز الحلاوة الطحينية عالية الجودة بالمزايا التالية:

الطعم والرائحة: طعم حلو مقبول خالي من الأطعمة الغريبة ، والرائحة مقبولة خالية من الروائح الغريبة أو روائح التزنخ.

اللون: أبيض ناصع... هذا وقد كان يضاف أكسيد التيتانيوم لتحسين لون الحلوى إلا أن التشريعات الدولية حظرت استخدامه لتأثيره السمي.

القوام: الحلاوة الطحينية الجيدة تستحلب بسهولة في الفم وخالية من العروق السكرية الصلبة نسبياً نتيجة عدم كفاءة الخلط أثناء اللف والعجن.

#### 6.13.4. أهم العيوب التي قد توجد في الحلاوة الطحينية

الطعم غير المقبول: وينتج بسبب استخدام خامات رديئة أو لسوء تخزين الحلاوة وتزنخ الزيت.

انفصال الزيت: ويحدث هذا العيب نتيجة أحد الأسباب التالية:

\* عدم إجراء عملية اللف والعجن بكفاءة سواء يدوياً أو آلياً.

\* زيادة نسبة الزيت في الطحينية البيضاء .



\* تخزين الحلاوة الطحينية على درجة حرارة مرتفعة .

\* تخزين العبوات في وضع غير مقلوب بالمخازن .

**الطعم الخشن: ويحدث نتيجة:**

\* عدم تمام نضج الشراب السكري أثناء الطبخ .

\* نقص في كفاء اللف والعجن .

\* عدم اضافة حامض الستريك أو الجلوكوز بالتركيز المناسب أثناء عملية الطبخ .

**لطاوة والتعجن: وينتج هذا العيب بسبب:**

\* زيادة نسبة الطحينية .

\* عدم نضج السمسم أثناء التحميص .

\* تخزين الحلاوة الطحينية دون حمايتها من ظروف الرطوبة النسبية العالية فتمتص الرطوبة من الهواء الجوي نظرا لهيجروسكوبيتها العالية.

**الجفاف ويحدث بسبب:**

\* تخزين الحلاوة لمدة طويلة وإنفصال الزيت منها.

\* نقص الزيت في الطحينية البيضاء.

\* يمكن علاج هذا العيب بإضافة نسب ضئيلة من المواد المستحلبة .

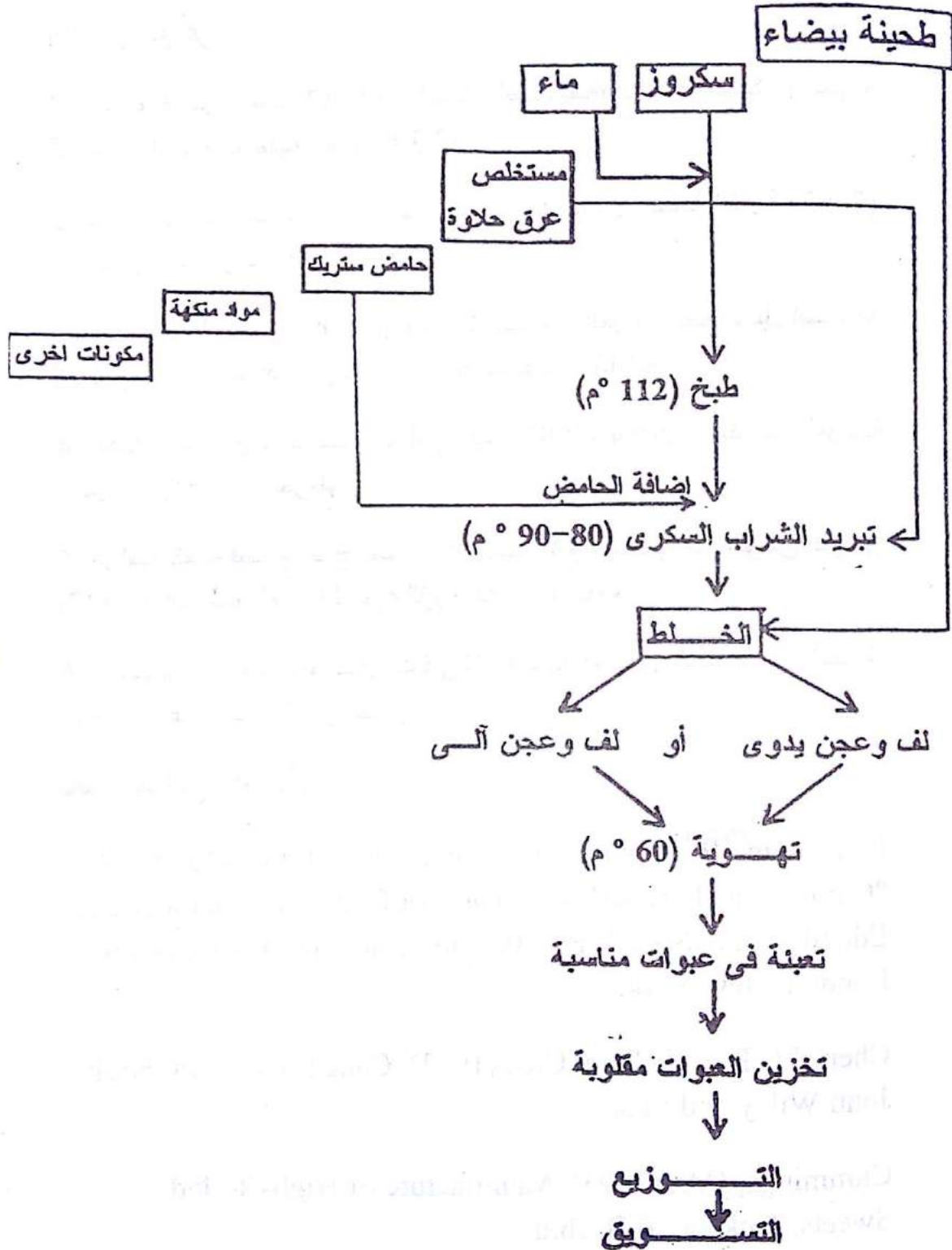
**التركيب غير المتجانس أو المفكك: ويحدث هذا العيب بسبب:**

\* نقص نسبة الطحينية في خلطة الحلوى.

\* انخفاض جودة مستخلص عرق الحلاوة المضاف.

\* زيادة عملية العجن سواء اليدوي أو الآلي عن الحدود المناسبة.

ويوضح الشكل ( 15.4 ) رسماً تخطيطياً لطريقة صناعة الحلاوة الطحينية .



شكل (15.4) رسم تخطيطي لطريقة صناعة الحلاوة الطحينية



## المراجع

### أولاً: مراجع عربية:

- 1- أمين، عزيز أحمد (1987). الكيمياء الصناعية، صناعة السكر وعجينة الورق – المكتبة الوطنية ببغداد 1987/399.
- 2- حسن، إبراهيم محمد – تكنولوجيا السكر والحلوى. الطبعة الثانية (2007) دار الفجر للنشر والتوزيع. القاهرة.
- 3- حسن، كامل حسن (2009). توجهات المنطقة العربية للمحاصيل السكرية كمصدر للغذاء والطاقة. شركة السكر والصناعات التكاملية. مصر.
- 4- الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية (1997، 2014). المنظمة العربية للتنمية الزراعية – بالخرطوم.
- 5- دراسة تنمية قطاع إنتاج المحاصيل السكرية وتصنيعها في الوطن العربي (1997). المنظمة العربية للتنمية الزراعية – الخرطوم.
- 6- ضبش، علي صالح، مذكرات في تكنولوجيا الحلوى، قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة – جامعة عين شمس.

### ثانياً: 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.