

الباب الثاني
إنتاج بذور الكاكاو وصناعة الشوكولاتة

2- إنتاج بذور الكاكاو وصناعة الشوكولاتة

مقدمة

عرفت منتجات الكاكاو أولا في أمريكا الوسطى (فنزويلا ، جامايكا ، كولومبيا ، كاراكاس) ... وحتى عام 1800 م كان المنتج الرئيسي لها هو مشروب الشوكولاته وهو مشروب دهني يعد من بذور الكاكاو الكاملة والسكر والتوابل . وفي عام 1828 م إختراع Van Houten طريقة الضغط علي بذور الكاكاو لإزالة 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 استخدم دهن الكاكاو المنفصل عن تلك المعاملة (يطلق عليه أيضا زبدة الكاكاو Cocoa butter) في إنتاج شوكولاته سائلة سهلة التشكيل والإنتشار فاستخدمت في تغطية منتجات عديدة من أصناف الحلوي المختلفة .

وفي إنجلترا عام 1840 م صنع Fry and Later Cadbury منتج أطلق عليه اسم Chocolate bars . وحدث بعد ذلك تقدم هائل بإختراع شوكولاتة اللبن Milk chocolate بواسطة Daniel Peters في سويسرا عام 1876 م بخلط مطحون بذور الكاكاو المقشورة مع السكر والمواد الصلبة اللبن والنتاج هو المكون الأساسي لصناعة الشوكولاته .

وقد تم إنشاء شركة Cadbury's Dairy Milk Chocolate عام 1900 م 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 .

1.2- النبات ، مناطق زراعته ، حصاده :

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

- ذات الرطوبة النسبية العالية . ويتكون جنس الكـ **Theobroma** من أكثر من 20 نوع
Theobroma (Family: Sterculiaceae) أهمها تجاريا علي وجه الإطلاق الكـ **Theobroma**
cocoa التي انتشرت أشجارها طبيعيا في إتجاه الغرب والشمال إلى غانا والمكسيك ،
وأخيرا لجزر الكاريبي .

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

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

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

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

2.2- شجرة الكاكاو :

تزرع أشجار الكاكاو في نطاق ضيق من خطوط الطول والعرض ويحتاج النبات
في نموه إلى رطوبة نسبية عالية . وتتركز زراعة أشجار الكاكاو علي جانبي خط
الإستواء وكذلك بعض المناطق عند درجة 18 درجة بين الشمال والجنوب . وتتراوح
درجة الحرارة المثلي لنمو الأشجار بين 18-32 درجة مئوية ويؤدي إنخفاض درجة

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

3.2- صناعة الكاكو *Cocoa Processes*

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

1.3.2- عملية التخمير *Fermentation*

- بعد قطع ثمار الكاكو من الأشجار يتم إستخراج البذور منها حيث تكون ملتصقة باللب .
- تنقل البذور الي سلال أو صناديق ذات قاع منقب 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 الكاكو المستخرجة من القرنة نكهة الشوكولاته المميزة ، وتؤدي عملية التخمير كخطوة أساسية لبدء تكون المركبات والتي تنشأ عنها النكهة المميزة للشوكولاتة بعد عملية التحميص .
- تؤدي عملية تكويم البذور أو وضعها في السلال أو الصناديق المنقبة إلي إرتفاع درجة حرارة البذور تلقائياً وتدرجياً إلي حوالي 50 درجة مئوية بفعل حرارة التنفس والخمائر والبكتريا والإنزيمات .

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

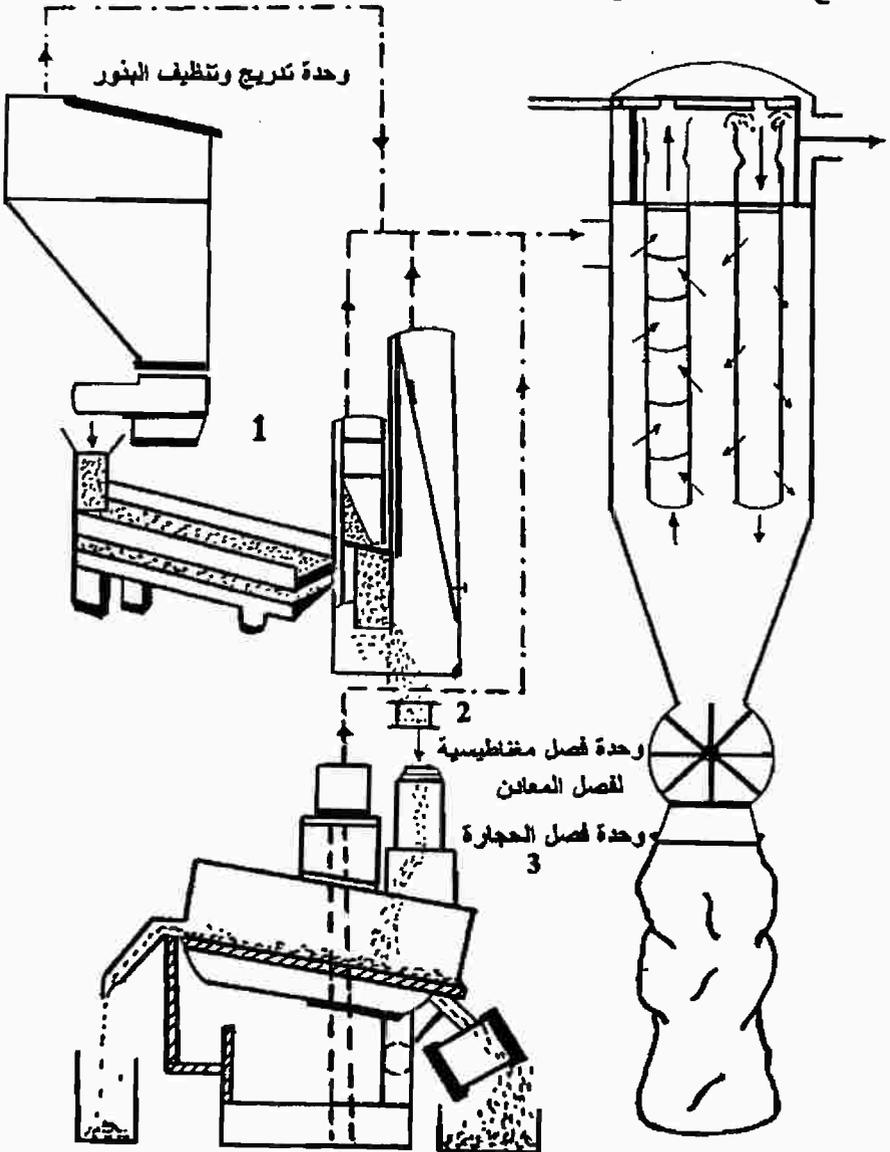
- يحدث أثناء عملية التخمر تغيرات عديدة فيحدث أولاً - تنفس لاهوائي Anaerobic respiration للبذور فتتحلل البروتينات - ثم يحدث تنفس هوائي Aerobic respiration - ويسيل اللب ويتكون حامض خليك ، فتزال الهولي فينولات القابضة Astringent polyphenols - ثم تتكون في البذور المركبات التي ينجم عنها نكهة الشوكولاته Flavor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

2.3.2- 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 نسب الاصابات 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 الإيثول . وتحدد مواصفات الدول والمواصفات الدولية نسب العيوب في بذور الكاكاو وتقسّم بناءاً 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 لالتقاط الشوائب المعدنية

بالإضافة لوحدة لإزالة الحجارة والمعادن الأخرى والأجسام الثقيلة باستخدام نظام الهواء المنفوع من أسفل



شكل رقم (1.2) : تتابع عمليات تنظيف بذور الكاكاو

3.3.2- 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 ويعني ذلك أن النكهة الحقيقية لبذور الكاكاو لا تنشأ إلا بعد عملية التحميص . وتعتبر عملية التحميص صورة من صور الطبخ ولو أنها طبخ جاف . (حيث غالبا 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 (بغمق) لونها .
- 4- تحطم نسبة من الأحماض الأمينية ، وتحدث دنفرة للبروتينات ، كما تحطم 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 والكيوتونية ، الـ 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 ماتم عملية التحميص على خطوتين :

2.3.3.1- عملية التجفيف :

حيث يتم تعريض البذور لحرارة علي درجة حرارة لا تزيد عن 100 درجة مئوية مما يؤدي لتجفيف وتفكك القشرة الخارجية Shell ولا تؤثر درجات الحرارة بهذا المستوي على الفلقة nib .

2.3.3.2- عملية التخميص

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

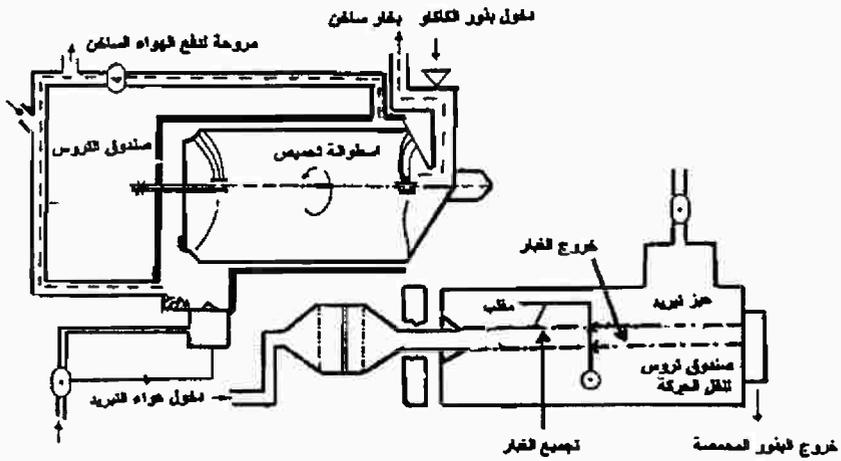
ويجب مراعاة الرطوبة النسبية في هواء وحدات التخميص للحصول علي نكهة جيدة ومرغوبة للككاو ويمكن خفض الرطوبة النسبية تدريجياً مع نقص المحتوى الرطوبي للبذور .

ويوضح جدول (2.2) الرطوبة النسبية المثلي في أجهزة التخميص وعلاقتها بالمحتوي الرطوبي لبذور الكاكو .

جدول (2.2) : الرطوبة النسبية المناسبة (ERH) في وحدات تخميص بذور الكاكو وعلاقتها بالمحتوي الرطوبي (MC) لبذور الكاكو .

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

ويوضح شكل (2.2) وحدة تخميص حديثة تستخدم في المصانع ويلاحظ أنه بعد إجراء عملية التخميص في الجزء العلوي من الوحدة يتم تبريد البذور كما تكرر علي غرابيل منقبة ومتحركة حركة إهتزازية للتخلص من الغبار وشوائب التخميص ثم يتم تبريدها في المرحلة التالية .



شكل (2-2) : رسم تخطيطي لوحدۃ تحميم بخور كالكو حديثة

جدول رقم (3.2) : التركيب الكيماوي لبذور الكاكاو

القشرة %		اللقة Nib %		المكون
حد أقصى	حد أدنى	حد أقصى	حد أدنى	
6.6	3.7	3.2	2.3	ماء H ₂ O
5.9	1.7	57.0	48.0	دهن Fat
20.7	7.1	4.2	2.6	رماد Ash
3.2	1.7	2.5	2.2	النيتروجين الكلي T.N.
	2.1		1.3	النيتروجين البروتيني P.N
0.9	0.2	1.3	0.8	الثيبرومين Theobramine
0.3	0.04	0.7	0.1	الكافيين Caffeine
				<u>الكربوهيدرات :</u>
	0.1		0.1	جلوكوز
	0.0		0.0	سكروز
5.2	3.4	9.0	6.5	نشا
	8.0		4.1	بكتين
	13.7		1.9	سيللوز
	7.1		1.2	بننوزانات
	9.0		1.8	الصبوغ
	2.0		4.2	التانينات
	1.3		2.0	حامض التانيك
				<u>الأحماض العضوية</u>
	0.1		0.1	الخليك
	0.7		-	الستريك
	0.3		0.3	الأكساليك

المصدر :

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

4.3.2- تعقيم بذور الكاكاو Sterilization

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

لمدة حوالي 20 ثانية في نهاية عملية التخميص 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 .

5.3.2- المعاملة بالقلوي : Alkalization

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

ومن أهم التفاعلات التي تحدث نتيجة المعاملة بالقلوي مايلي :

- معادلة الأحماض الحرة فقط ولا تحدث تصبن .
- 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 القلوي أثناء المعاملة تزداد نكاسة اللون ويعرف الكاكاو في تلك الحالة بالكاكاو الأسود *Black cocoa* ويكون رقم الـ pH له حوالي 8.5 وله نكهة غير سائغة . ويستخدم في تلوين المنتجات المضاف إليها 'Pigmentation' .

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

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

المعاملة	كمية كربونات البوتاسيوم بالكمج/100 فلفات	كمية الماء بالكمج/100 كجم فلفات	% 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 .

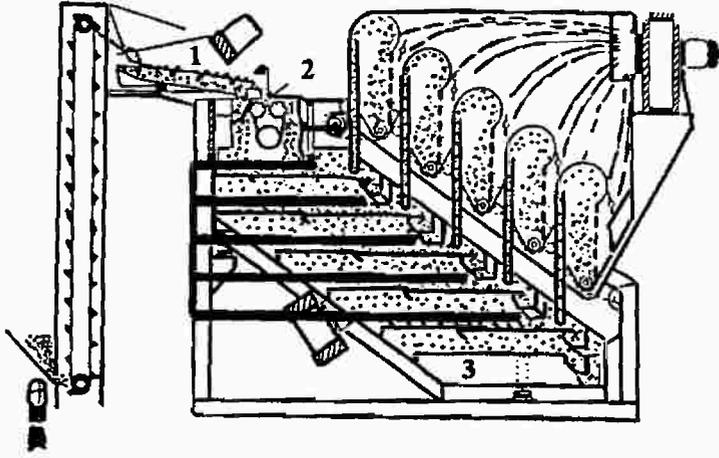
ويتم المعاملة بالقلوي على الفلفات (بذور الكاكاو المقشورة) برش محلول القلوي الساخن على إسطوانات التحميص بعد تغطيتها بالفلفات ثم تجفف الفلفات المعاملة بالقلوي ببطء على 100 درجة مئوية أو أقل مما يؤدي لتطور وظهور اللون المرغوب .

6.3.2- عملية الفر أو الغربلة (Cracking & Fanning)

تعتبر البذور المقشورة (الفلفات nib) الجزء من البذور ذا القيمة التجارية ، أما القشرة الخارجية Shell فيمكن إعتبارها من مخلفات الصناعة ولو أنه يمكن إستغلالها في بعض المنتجات لما تحتويه من نسبة ضئيلة من مكونات النكهة . لذلك تجري عملية فصل القشور عن الفلفات اعتمادا على الاختلاف في كثافتهما . ويتم فصل القشور عن الفلفات بعملية مزدوجة وهي الغربلة sieving ثم التفتية بالهواء Air elutriation . وتكاس كفاءة عملية الفصل بإمكانية فصل القشور كاملة قدر الإمكان دون أية بقايا منها مرتبطة بالفلفات . 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 الفلفات 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. منخل مزقة للمصل البذور المكسورة
2. اسطوانات ضاغطة لكسر القشور
3. منخل مزقة مائلة وسحب القشور بالتفريغ الهوائي

تجري عملية فصل القشور من بذور الكاكاو المحمص كما يلي :

- يتم أولاً تفكيك القشرة الخارجية بعملية التخميص السابق الإشارة إليها .
- يتم تكسير القشرة بضغط خفيف للمحافظة على القشرة في حالة شبه كاملة وكذلك الفلقة وتجنب التفتت وتكون جزيئات صغيرة وعبار من القشور والفلقات الذي قد يحدث إذا مازاد الضغط أثناء عملية تهشيم القشرة .

- وتجري عملية التهشيم بإسطوانات مسننة (شكل 3.2) لكسر القشرة أو بواسطة إسطوانات (بينها مسافات ضئيلة) سداسية الشكل تدور في نفس الإتجاه .
- تعقب عملية تهشيم القشرة عملية غربلة بواسطة غرابيل هزازة بسعة تقووب مختلفة تكون أكبر في الغرابيل العلوية ثم تقل سعة التقووب تدريجيا لأسفل .
- تكون الغرابيل مائلة قليلة لسهولة تجميع القشور في جانب الغربال ثم تشفط القشور بالتفريغ بالهواء Pneumatic suction .
- أما الغبار الدقيق فيجمع بنظام السيكلون Cyclone السابق دراسته في مقرر تكنولوجيا الحبوب بعد مرحلة الغربلة .
- ويوضح جدول (5.2) حدود نسب مكونات بذور الكاكاو المقشورة والأجزاء 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) .

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

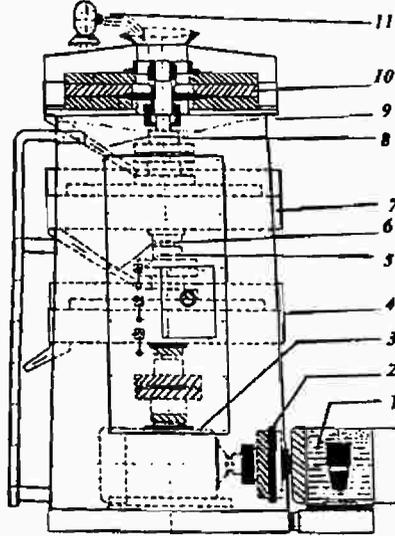
وتقاس كفاءة عملية فصل القشور عن الفلقات Winnowing بمدى خلو الفلقات من بقايا القشور والجنين ، فكلما قلت نسبتهم في الفلقات دل ذلك على كفاءة الأجهزة المستخدمة ولذلك تضاف في أجهزة الفصل وحدات لفصل الجنين .

7.3.2- طحن الفلقات وتحويلها لعجينة :

يتم تحويل الفلقات إلى عجينة بواسطة عدة أنواع من الآلات . فللفلقات 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 بإنصهار الدهن . وتعتمد لزوجتها على درجة التحميص التي تسبق الطحن والمحتوي الرطوبي للفلقات .

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

(شكل 4.2)



شكل (4.2) : آلة طحن فلقات الكاكاو

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

وفي آلة طحن فلقات الكاكاو الموضحة في شكل (4.2) تتم تغذية الفلقات المكسورة أو المطحونة جزئياً الي مركز وحدة الطحن الحجرية ، وبالطحن تتحرك جزيئات الفلقات المطحونة نحو حافة قرص الحجارة ، ولتحسين الطحن توجد نقوش وقنوات في قرص الحجارة . وتحتاج أقراص الحجارة الدائرية للتجديد بصفة مستمرة بسبب التآكل . ولقد 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 جدا يتراوح أحجام جزيئاته من 90-110 ميكروميتر . وتخرج عجينة الكاكاو بعد الطحن من غرفة توزيع لها عدة مخارج حتي تنتشر منها العجينة علي أسطوانات لفرد العجينة لتخرج علي هيئة شرائط رقيقة يتم تبريدها حتي تتصلب جزئياً بإمرار ماء تبريد في أسطوانات الفرد .

8.3.2- تصنيع عجينة الكاكاو Processing of Cocoa Liquor

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

1.8.3.2- تسخين العجينة في طبقات رقيقة :

- Thin film roasting with air scrubbing

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

2.8.3.2- المعاملة بالقلوي Alkalinization

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

3.8.3.2- كبس العجينة Liquor pressing

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

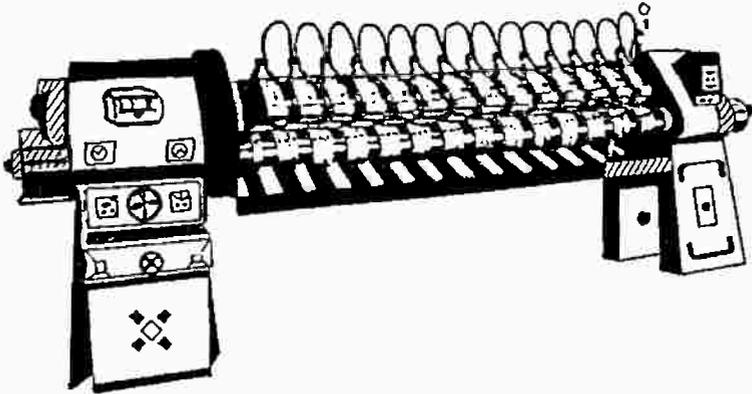
ويجب أن تتوفر الشروط التالية أثناء عملية الضغط :

- أن تتراوح درجة الحرارة بين 95-105 درجة مئوية
- أن يكون المحتوى الرطوبي للعجينة من 1-1.5% عند تقديره بطريقة التقطير باستخدام التولوين كمنيب .
- يفضل إجراء تجنيس جيد للعجينة قبل إجراء الضغط .
- حجم الجسيمات Particle size : يجب أن يكون حجم جسيمات الكاكاو دقيقا بدرجة كبيرة حيث يفضل أن تمر نسبة 98% من جزيئات الكاكاو من خلال غرابيل عدد ثوبها 400 في البوصة المربعة ، وتفضل هذه العجينة الناعمة في صناعة الشوكولاته أو الكاكاو فاتق النعومة ، إلا أن الاستجابة للضغط تكون أكبر عندما تكون جزيئات العجينة أكثر خشونة بمرور 98% من جزيئات الكاكاو خلال غرابيل عدد ثوبها 200 في البوصة المربعة .
- وتتراوح للضغوط المستخدمة في المكابس من 2100-4200 كجم/سم²

ويوضح شكل (5.2) قطاعا في مكبس لعجينة الكاكاو Liquor press يستخدم في كبس عجينة الكاكاو وفصل جزء من زبدة الكاكاو وتستغرق عملية كبس العجينة حوالي 15 دقيقة لخفض نسبة الدهن فيها 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 ويملا أوتوماتيكيا 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 المبتقي بعد الضغط حوالي 24% . ولإنقاص نسبة زبدة الكاكاو في الكيك وفصل كمية أكبر منها تخفض سرعة الكبس بحيث ينتج نفس المكبس السابق الإشارة اليه حوالي 550-700 كجم/ساعة من الكيك الذي يحتوي على 10-12% زبدة كاكاو . ويمكن التحكم في نسبة الدهن في كيك الكاكاو الناتج بالزمن الذي تستغرقه العجينة في عملية الكبس ، ووزن عجينة الكاكاو ، وطول مشوار الضاغط .

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



شكل (5.2) : مكبس لعجينة الكاكاو

ويمكن إجراء عملية الكبس على فلفلات الكاكاو المحمص مباشرة باستخدام المكابس الحلزونية Screw presses أو أجهزة البثق Extrusion . وتتم عملية الكبس بواسطة المكابس الحلزونية (شكل 6.2) بدفع فلفلات الكاكاو المحمص من خلال المكابس التي تتكون من أنبوبة إسطوانية من الصلب إسطوانية الشكل يدور داخلها حلزون دائري . وتوجد على طول الأنبوبة الإسطوانية تقوُب ضيقة يخرج من خلالها زبدة الكاكاو . حيث تتعرض الفلفلات التي تتحرك داخل المكبس لقوة تؤدي لتحطيمها ويزداد الضغط تدريجياً أثناء ارتفاع الفلفلات المهشمة إلى مقدمة المكبس مما يؤدي لخروج الدهن من البذور من خلال الفتحات الضيقة على جدر الأنبوبة الإسطوانية وفي نفس الوقت تسحق الفلفلات حتى

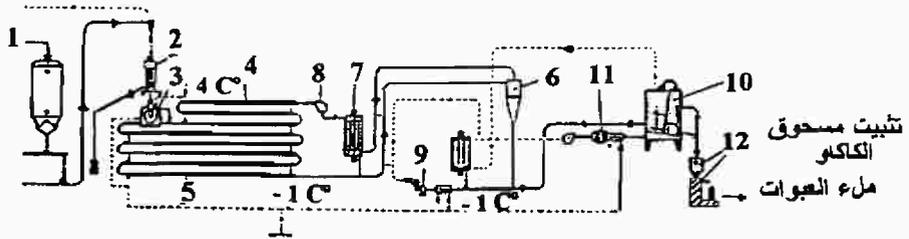
ويجب أن يؤخذ في الإعتبار مايلي :

• تكون جزيئات الكاكاو ناعمة أصلا بعد عملية الطحن الأولي . وتعتبر عملية الطحن الثانية عملية فك للكتل الناتج عن الضغط الهيدروليكي مما يوضح أهمية عملية الطحن الأولي .

• يؤدي وجود نسبة من زبدة الكاكاو في المسحوق لضرورة إستخدام هواء تبريد أثناء الطحن ، حيث يؤدي إرتفاع درجة الحرارة أثناء الطحن عن 34 درجة مئوية لإنصهار الدهن ، وتباين نسبة اللزيد في المسحوق مما يؤدي لعلم تجانس لون مسحوق الكاكاو وإعادة تماسكه مرة أخرى في صورة كيك . ولذلك يجب التحكم في درجات الحرارة أثناء عملية الطحن .

• يجب أن يكون هواء التبريد المستخدم في آلة الطحن جافا ولا تزيد رطوبته النسبية 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 وتثبيت لمسحوق الكاكاو .



شكل (7.2) : وحدة حديثة لطحن وتثبيت ومسحوق الكاكاو

- | | |
|---------------------|-------------------------------|
| 1. دخول كيك الكاكاو | 7. مرشح تنظيف ذاتي |
| 2. كشك معادن | 8. مروحة |
| 3. مطحنة | 9. سير جزق للتبريد بهواء باره |
| 4. تبريد هواء | 10. تبريد مسحوق الكاكاو |
| 5. تبريد ككاو | 11. تبريد الهواء |
| 6. شلط حجر الكاكاو | 12. لتعبئة والوزن |

4.2- درجة نعومة جزئيات الكاكاو Cocoa fineness

تعتبر درجة نعومة وحجم جزئيات مسحوق الكاكاو أهم صفة في الأهمية بعد نهكته ولونه حيث تتأثر درجة الذوبان بحجم حبيباته ودرجة نعومتها فالجزئيات الخشنة تستقر بسرعة في الشراب وتعطي راسب خشن غير ذائب في المشروبات أو الأيس كريم . وفي منتجات الكيك والمخبوزات يفضل أيضا أن يكون مسحوق الكاكاو ناعما جدا ليعطي لونا مرغوبا . ويتم تقدير درجة نعومة الكاكاو بأحد إختبارين :

1- إختبار الترسيب The sediment test

2- إختبار الغربلة The sieving test

5.2- نكهة ورائحة الشوكولاته Chocolate flavor and aroma

تلعب عمليتي تخمير وتجفيف بذور الكاكاو دورا أساسيا في ظهور المركبات التي سوف تنشأ عنها نكهة الشوكولاته بعد عملية التخميص . وتقسم المركبات المسئولة عن رائحة ونكهة الشوكولاته إلى :

1.5.2- مركبات متطايرة

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

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

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

2.5.2- مركبات غير متطايرة مسؤولة عن نكهة الشوكولاته

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

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

* **Flavonoids** : حيث تم التعرف على عدد من مركبات الفينولات العديدة polyphenols ومنها مركبات الكاتكينات Catechins ومركبات الأنثوسيانينات Anthocyanins .

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

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

* **الكربوهيدرات** : مثل الجلوكوز والفركتوز وكميات ضئيلة جدا من السكروز ونواتجات تفاعل ميلارد Maillard reaction بين الأحماض الأمينية والسكريات المختزلة .

* **تأكد أيضا من مساهمة مركبات البيرازين في نكهة الشوكولاته وقد إستخدم تقديرها كدليل على درجة التحميص Degree of roasting .**

6.2- صناعة الشوكولاته Chocolate Manufacture

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

1.6.2- فلفات وعجينة الكاكاو : Cocoa nibs, Cocoa liquor

سيق شرح طريقة تصنيع فلفات الكاكاو وعجينة الكاكاو ، ويفضل لإعداد شوكولاتة اللين وبعض أنواع الشوكولاتة الأخرى أن تكون درجة الحرارة التي إستخدمت في تحميص فلفات الكاكاو منخفضة نسبيا .

ولأصناف الكاكاو تأثيرا كبيرا علي نكهتها بغض النظر عن طرق تصنيعها فهناك الصنف Criollo وهو الصنف الأصلي للكاكاو إلا أن نسبته في التجارة الدولية أصبحت ضئيلة ، وهناك الصنف Forastero ويعتبر المصدر الرئيسي لبذور الكاكاو ويمثل 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 بنور الكاكاو بصورة كبيرة تحرص بعض شركات منتجاته الكبيرة علي شراء بنور الكاكاو اللازمة لها من مناطق إنتاج معينة .

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

2.6.2- السكريات والمحليات الأخرى : Sugar and other sweeteners

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

هو الحال مثلا في منتجات الحلوي البيضاء اللون كالفونديان . ولذلك قد تستخدم بعض نوعيات 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 بللورات السكر النقي بسهولة أثناء تلك العملية فإن وجود الرطوبة والسكر المحول في السكر قد يؤدي لتكوين بللورات 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 هيجروسكوبيته العالية فتمنص الرطوبة أثناء التصنيع ، وقد تستخدم بعض المركبات الأخرى التي تقلل الحلاوة وتقلل التكاليف مثل المحليات اللاسكرية كالموربيتول والمانيتول والزيليتول .

3.6.2- زبدة الكاكاو : Cocoa butter

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

4.6.2- 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 .

5.6.2- المواد المستحلبة Emulsifiers

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

6.6.2- الدهون الأخرى : Other fats

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

7.6.2- المواد المنكهة Flavorings

تأتي نسبة كبيرة من نكهة الشوكولاتة خاصة الشوكولاتة الداكنة من نوع بذور الكاكاو المستخدم في الصناعة . وفي شوكولاتة اللبن ، تؤدي عملية كرملة اللبن لتكسب 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 .

8.6.2- المكونات معادة التصنيع Rework

وهو الاسم الذي يطلق على أنواع الشوكولاتة والحلوي 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 فئات كجزء من مكونات الشوكولاتة . وتمنع بعض الدول إضافة تلك المكونات حيث أنها قد تفتح المجال لغش الشوكولاتة بمكونات لا تستخدم أصلا في تصنيعها .

7.2- عمليات تصنيع الشوكولاتة

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

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

1.7.2- 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 استخدامهما في التصنيع بعد الإسالة مباشرة . وينصح كذلك بعدم تخزين مسحوق اللبن في صوامع مفتوحة بل يفضل استخدامه 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 .

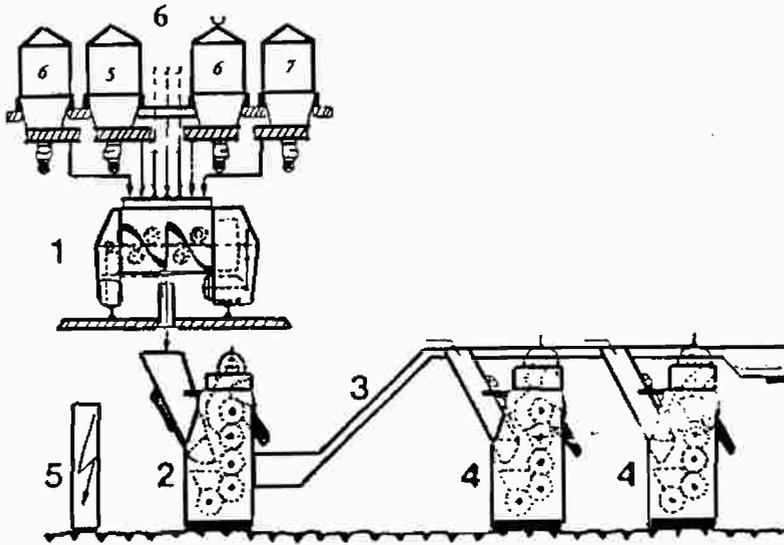
2.7.2- الخلط Mixing

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 جوهرياً 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 إختلاف صفات المكونات حتى يكون معدل خروجها من أجهزة الخلط إلى آلات التعميم Refining ثابتاً ، بمعنى أن تكون كمية العجينة التي يتم تسليمها لآلات التعميم محددة بدقة حتى تخرج منها بنفس المواصفات لكل دفعة . ويستغرق عادة وقت الخلط من 12-15 دقيقة .

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

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

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

3.7.2- تنعيم عجينة الشوكولاتة Refining

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

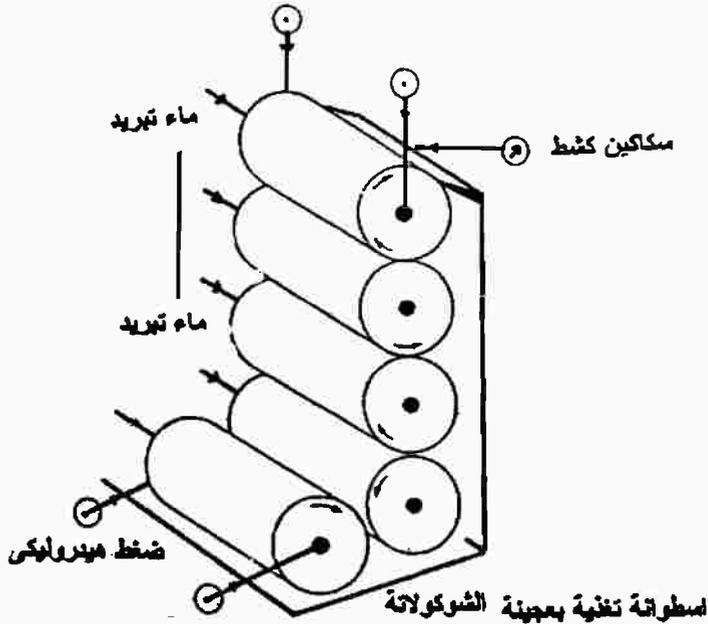
ويؤثر علي طعم وقوام الشوكولاتة الجزئيات في الخلطة ذات الحجم الأكبر مثل السكر ، وعجينة الكاكاو ، وفتات خلطة مسحوق اللين مع السكر وعجينة الكاكاو milk

crumbs ، ولكل إحساس بالطعم والقوام مختلف عن الآخر . فيلوروات السكر تعطي إحساس في الفم بالخشونة ولكنها تنوب بسهولة في اللعاب أما جزئيات الكاكاو فتعطي إحساساً مستمرا بالخشونة أما فتات خلطة مسحوق اللين مع السكر وعجينة الشوكولاتة فلها قواما ناعما ولكنها تنوب بعد فترة قصيرة في الفم ، ويعتقد أن وجودها يؤدي للتغلب علي الإحساس بالقوام اللزج .

ولتوزيع أحجام جزئيات مكونات الشوكولاتة أهمية خاصة من حيث الإحساس بطعم الشوكولاتة حيث يعزي الإحساس بطعم الشوكولاتة بدرجة كبيرة للجزئيات الكبيرة ويؤدي وجود نسبة عالية من الجزئيات النقيقة في خلطة الشوكولاتة إلي ضرورة إضافة نسبة أعلى من زبدة الكاكاو في خلطة الشوكولاتة مما يزيد من التكلفة .

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

ضغط هيدروليكي



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

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

وتزداد سرعة دوران آلة التتعيم Refining machine من أسفل إلى أعلى (نظام تزايد السرعة differential) مما يسمح بانتقال فيلم الشوكولاتة من الإسطوانة السفلية إلى الإسطوانة التي تليها ، فالتى تليها .. وهكذا حتى تصل إلى الإسطوانة الخامسة فيتم كشطها بسكاكين الكشط .

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

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

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

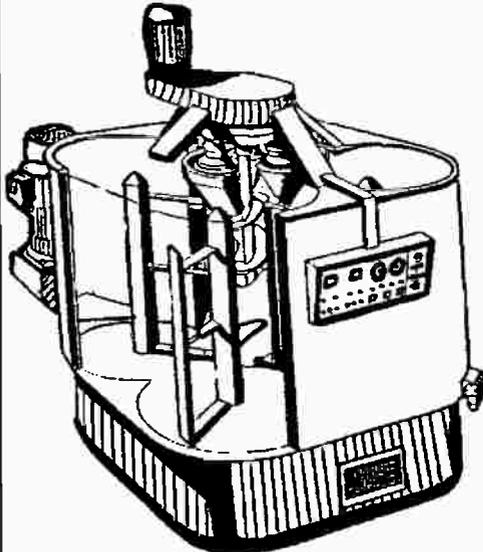
4.7.2- دهك عجينة الشوكولاتة Conching

تعتبر عملية دهك conching عجينة الشوكولاتة العملية التصنيعية الأخيرة التي تجري على الشوكولاتة الخام أو الشوكولاتة بالبلين . 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 .

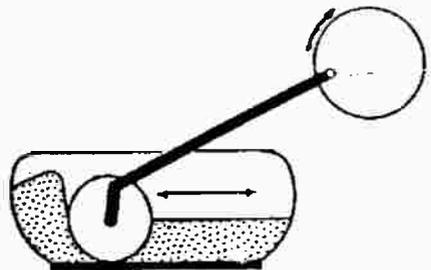
وتجري هذه العملية باستخدام وحدة تتكون من وعاء من الجرانيت المسطح (شكل 10.2) تتحرك بداخله للأمام والخلف إسطوانات من الجرانيت ثقيلة الوزن متصلة بأذرع من الصلب لتحريكها وتميز نهايتي وعاء الجرانيت بالشكل نصف الدائري (مقعر للداخل) لكي يمنع إنسكاب الشوكولاتة خارج وعاء الجرانيت ولكي يسمح كذلك بعودة عجينة الشوكولاتة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

وبرغم أن وحدة إجراء الدهك التقليدية (شكل 10.2) غير فعالة إلا أن لها تأثيرا إيجابيا علي نكهة وقولم الشوكولاتة . ويؤخذ علي تلك الطريقة أنها تحتاج لوقت طويل ، وتستهلك كميات كبيرة من الطاقة نظرا لنقل 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 علي شرائح الشوكولاتة بعد عملية التنعيم Refining دون إضافة دهن ، وتتميز أجهزة الدهك الاسطوانية (شكل 11.2) بكفاءتها العالية والتباين الكبير في سعة إنتاجها التي تتراوح بين 150 كجم حتي 20 طن .



شكل (11.2): آلة دهك حديثة



شكل (10.2): رسم تخطيطي لوعاء الدهك

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

وتؤدي عملية الدهك لتحقيق المزايا التالية في الشوكولاتة :

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