

الباب الثالث  
بعض المواد الخام المستخدمة  
في صناعة الحلوي



### 3- بعض المواد الخام المستخدمة في صناعة الحلوي

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

#### 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 النزة عالي الفركتوز ومعظمها مركبات طبيعية تنتجها النباتات .

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

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

#### • 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 تقريبا 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 حساسة أو تستجيب للطعم معين فمنها ماهو حساس للطعم الملحي ومنها ماهو حساس للطعم الحلو ، أو الحامضي ، أو المر .

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

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

الوحدة "AH" :

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

الوحدة "B" :

عبارة عن مجموعة تتكون من أكسجين أو نيتروجين أو أي مركز كهروسالبى Electronegative قادر على جذب ذرة هيدروجين لتكوين رابطة هيدروجينية مع الوحدة "AH" .

الوحدة "γ" :

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

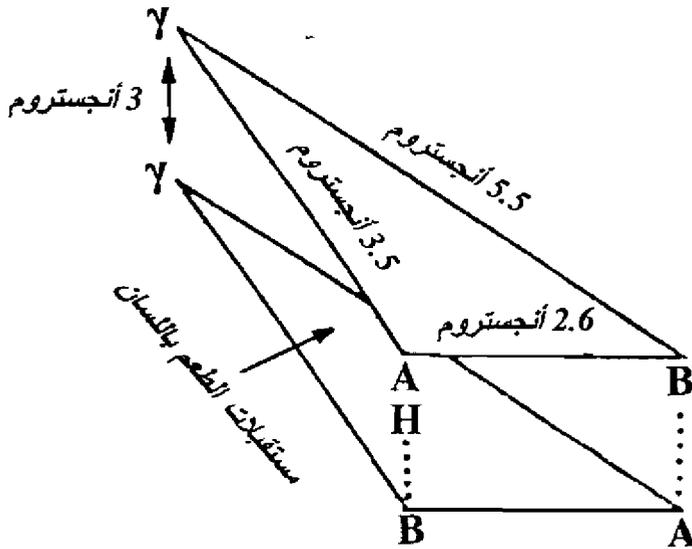
وتبلغ المسافة بين الوحدات "AH" ، "B" ، "γ" كما يلي :

$AH = 2.6 \text{ \AA}$  ،  $B = 3.5 \text{ \AA}$  ،  $\gamma = 5.5 \text{ \AA}$  ،  $A = 3.5 \text{ \AA}$  (أنجستروم)

أما المسافة المدارية Orbital distance بين بروتون AH ، B فتبلغ حوالي  $3 \text{ \AA}$  .

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

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

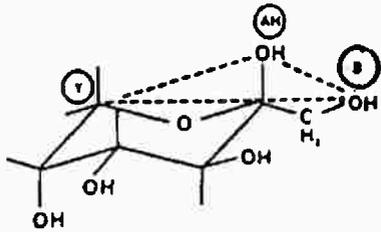


شكل (1.3): نموذج التركيب الثلاثي Tripartite للمركبات حلوة الطعم

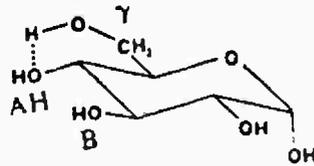
ويجب أن تكون روابط السكريات في الشكل الحلقي الخماسي في وضع معين حتي تكون المسافات بين الوحدات AH ، B ،  $\gamma$  بالأبعاد سابقة الذكر .

فعلي سبيل المثال ، ففي سكر البيرانوز فإن الزاوية بين  $\alpha$ -D-C1 ،  $\alpha$ -D-1C تكون 60 درجة ويكون المركب الناتج حلو الطعم . أما إذا ما أصبحت الروابط بالشكل B (B-D-1C) فلن نفس المركب لا يكون طعمه حلوا .

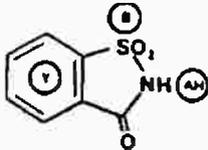
ويوضح الشكل (2.3) بعض الجليكوفورات لمركبات حلوة الطعم . ويلاحظ من نفس الشكل (2.3) أوضاع AH ، B ،  $\gamma$  . كما يلاحظ أيضا أن بعض الأحماض الأمينية مثل التريوفان ، الهستيدين ، الفينيل ألانين ، التيروسين ، الليوسين ، الجليسين تتميز بطعمها الحلو في الصورة D أما مشابهاها في الصورة L فبها قد لا يكون لها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



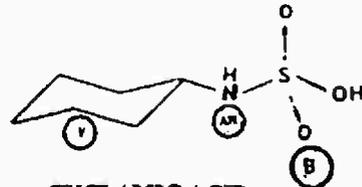
$\beta$ -D-FRUCTOSE



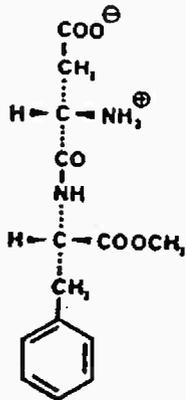
D-GLUCOSE



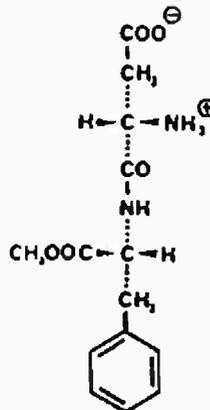
SACCHARIN



CYCLAMIC ACID



L-Asp-L-Pho-OCH<sub>3</sub>  
(200 x Sucrose)  
مركب حلو الطعم



L-Asp-D-Pho-OCH<sub>3</sub>  
(not sweet)  
مركب غير حلو الطعم

شكل (2.3): تركيب بعض المركبات حلوة الطعم

أما الأسبارتام شكل (2.3) وهو من المحليات منخفضة السعرات الحرارية عند تمثيله غذائياً ، ويسوق تجارياً تحت اسم Nutra Sweet فيتكون من الميثيل إستر للبيبتيد الثنائي (L-Asp-L Phe-O-CH<sub>3</sub>) L-phenylalanine , L-asparatyl . ويتميز هذا البيبتيد 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 غذائياً .

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

القيمة الغذائية	درجة الحلاوة (سكروز = 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)*	الستيغليوزيد
+	50.0	Glycyrrhizin (Magna sweet)*	جليسرزين
+	2000.0	Thaumatococin (Talin)*	الثوماتين

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

\* الاسم التجاري لمادة التحلية.

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

- الخواص الطبيعية المميزة للسكر ، ودرجة نقاوته .
- الإختلاف في نوع ونسبة الشوائب والتي تؤثر علي النتائج النهائي للحلوي المصنعة من نوع معين من السكر .

• تأثير نوع السكر المستخدم علي الصفات الوظيفية functional properties والخواص التكنولوجية للحلوي المصنعة منه .

• العوامل الاقتصادية والمتعلقة بإمكانية الحصول علي صنف معين من السكر وتكلفة إستخدامه في الحلوي وسعره المتداول .

ومن أهم أنواع السكريات المستخدمة في صناعة الحلوي :

### 1.1.3- سكر السكروز

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

### 2.1.3- سكر الدكستروز

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

ويوجد نوعين من الدكستروز :

- الدكستروز اللامائي Anhydrous dextrose أي لا يحتوي علي ماء تبلور .
- الدكستروز أحادي التآخرت Dextrose monohydrate ويتميز بإحتواء جزيئة علي جزيء واحد من ماء التبلور ، وبألوراته ذات حجم أصغر من بلورات

السكروز ، ويذوب في الماء بدرجة أقل من السكروز . ويستخدم الكستروز بكثرة في صناعة الفودان لصنر حجم بلوراته ، ولقدرته علي الإحتفاظ بنسبة من الرطوبة داخل الحلوي لإكسابها القوام المميز ، كما يعمل علي منع تبلور السكروز في الحلوي المحتوية علي مخلوط منهما .

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

#### Glucose syrup and starch hydrolysates

يعتبر شراب الجلوكوز أو شراب الذرة أحد المكونات الرئيسية في صناعة الحلوي. وشراب الجلوكوز هو محلول نقي ومركز يتكون من الـ D جلوكوز ، المالتوز وبعض البوليمرات التي تتكون من الـ D-Glucose . ويتم الحصول عليه بإجراء تحليل حامضي جزئي للنشا الغذائي الذي يعتبر المصدر الرئيسي لشراب الجلوكوز ففي أوروبا يستخدم نشا الذرة وكذلك في مصر للحصول علي 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 HCl) 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 بمعاملة إنزيمية فقط لإمكان التحكم بدرجة أكبر في تركيب شراب الجلوكوز الناتج .

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

ويحبر عن مدى تحلل النشا كمية السكريات المختزلة المقطرة ككستروز ويستخدم معامل أو مكافئ الكستروز (Dextrose equivalent (DE) للدلالة علي مدى تطل النشا إلي كستروز ، ويعرف "بالقوة الإختراية الكلية معبرا عنها ككستروز محسوبة كنسبة مئوية من محتوى المادة الصلبة . أي كمية الكستروز / كمية المادة الصلبة الموجودة في شراب الجلوكوز .

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

شراب جلوكوز أنتج بالتحويل 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	مالتوهيبتا أوز Maltaoheptaose
12	25	36.5	45	سكريات عديدة Higher sugars (9 وحدات أو أكثر)
شراب جلوكوز أنتج بالتحويل 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
-	-	-	-	مالتوهيبتا أوز Maltaoheptaose
10	9	18	30	سكريات عديدة Higher sugars (9 وحدات أو أكثر)
شراب جلوكوز أنتج بالتحويل 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
-	-	-		مالتوهيبتا أوز 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 علي وجود كمية أكبر من الدكستروز في عسل (شراب) الجلوكوز ... ففي 100 جم من شراب الجلوكوز ، إذا كانت نسبة المواد الصلبة به 80% ، وكانت نتيجة تقدير الدكستروز (بمطول فهلنج) تعادل 36 جم دكستروز نقي يكون معامل (مكافئ) الدكستروز DE مساوي

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

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

أما نواتج تحلل النشا فتتميز بمكافئ دكستروز أقل منه في عسل (شراب) الجلوكوز وتنقسم 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 استخدامها في صناعة منتجات الحلوي المختلفة الوظائف التالية :

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

• تقلل تكاليف بعض المنتجات بإحلالها جزئياً بدلا من نسبة من اللاكتوز ومسحوق اللبن عند صناعة حلوي الأفراس المضغوطة .

• يمكن أن تصاف في صناعة المار شمالو بدلا من حوالي 15% من نسبة بياض البيض المستخدمة .

### 4.1.3- السكر المحول Invert sugar

ويصنع بإضافة حامض الهيدروكلوريك 0.02-0.05% أو حامض الستريك أو الطرطريك 0.2% إلى محلول السكرز بتركيز 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 الحلوي بغرض التحكم في تركيبها ولمنع تبلور السكرز كما يحافظ على الحلوي من الجفاف . ويتميز السكر المحول بحلاوته لإحتوائه على سكر الفركتوز كما أنه أكثر نوبانا من السكرز . ويباع السكر المحول في الأسواق على هيئة عمل (شراب) نسبة المواد الصلبة به حوالي 75-80%

### 5.1.3- الفركتوز

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

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

• يمكن إستخدامه لمرضى السكر حيث يختلف تمثيله الغذائي عن الجلوكوز والسكرز .

• يزيد من درجة الحلاوة لأن حلاوته أعلى من السكرز .

• يمنع تبلور السكريات في منتجات الحلوي غير المتبلورة .

• تحسين وإظهار طعم ونكهة الفاكهة .

\* يعمل كمادة مرطبة Humectant .

\* يقلل من تلف الأسنان عند استخدامه بديلا للسكروز .

### 6.1.3- الكراميل أو السكر المحروق Caramel

ينتج الكراميل في أبسط صورة بحرق السكر وهو عبارة عن مادة سكرية بنية اللون يسمح باستخدامها في صناعة الحلوي . ويحضر الكراميل عادة بتسخين محاليل السكريات المختزلة مع هيدروكسيد الأمونيوم "NH<sub>4</sub>OH" أو هيدروكسيد الصوديوم NaOH مع ضبط ومراقبة درجة الحرارة جيدا أثناء التفاعل لنحصل علي المنتج المرغوب .

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

### 7.1.3- السكر الثلجي Icing sugar

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

### 8.1.3- سكر اللاكتوز Lactose

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

### 9.1.3- السوربيتول Sorbitol

يوجد السوربيتول في الطبيعة في النباتات البحرية والفاكهة التوتية وعادة ما يحضر صناعيا بتسخين الكسترين مع القلويات ثم تجري عمليات معادلة ودرجة تحت ظروف خاصة من درجات الحرارة المرتفعة والضغط ، والنيكل كعامل مساعد .  
ويعتبر السوربيتول عامل مرطب وذلك لقدرته على الاحتفاظ بالرطوبة .

### 10.1.3- سكر المابل Maple sugars

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

### 2.3. الصمغ والمواد الجيلية Gums and Gelling Agents

تكتسب مجموعة الصمغ والمواد الجيلية أنواع الحلوي التي تستخدم فيها قواما مميزا وبدون هذه المواد كانت ستقتصر منتجات الحلوي علي بعض منتجات الحلوي المغلية . وهذه المجموعة إما أن تكون سكريات 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 . ومن ضمن الصفات الهامة التي تحدد خواص الغرويات : حجم جزيء الغروي ، شكله ومرورته ، الصفات الكهربائية لسطح جزيئاته ، والطريقة التي يتفاعل بها الغروي مع المذيب وكذلك الطريقة أو الميكانيكية التي تتفاعل بها جزيئات الغروي مع بعضها البعض .

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

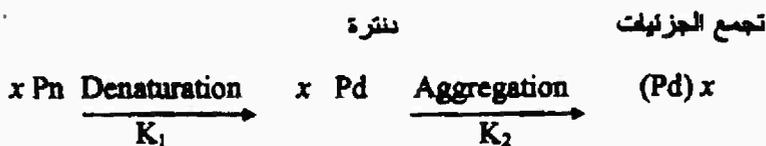
- \* تتميز معظم جزيئات الغرويات بأنها تحمل شحنات إلكتروستاتيكية عند ثوابتها في محلول وتعتمد طبيعة هذه الشحنات علي pH المحلول .
- \* ترتبط الغرويات المحملة بالشحنات مع الجزيئات المحملة بشحنات مخالفة لها مما يعمل علي ثبات المخلوط .
- \* لها القدرة علي تكوين محاليل غروية مرتفعة اللزوجة عند خلطها بالماء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

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

### 1.2.3. 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 صغيرا إلا أنها تحت الظروف المناسبة تنتج جزيئات كبيرة تكون مسؤولة عن الصفات الريولوجية للجيل . وتعتمد قوة وطبيعة الجيل المتكون على عدد الروابط بين مكوناته وقوة هذه الروابط . ويطلق على المناطق التي تتكون عندها الروابط بين مكونات الجيل المختلفة بمناطق الارتباط أو الإتصال Junction zones .

ويتكون الجيل البروتيني بتجمع جزيئات البروتين المنقر 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  
 $d$  أما فتعني حدوث دنطرة لجزيئات البروتين

لذا يمكن معدل تجمع جزيئات البروتين المنقر "xPd" -  $K_2$  - أسرع من معدل دنطرتة -  $K_1$  - تتكون شبكة خشنة من جزيئات البروتين أي يكون الجيل معتم مع وجود فواصل بين طبقاته . أما إذا كانت -  $K_2$  - (معدل تجمع جزيئات البروتين المنقر) بطيئة بدرجة كافية فإن الجيل المتكون يكون أقل اعتمادا بل ويميل للشفافية ويكون أكثر مطاطية.

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

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

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

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

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

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

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

وتحتاج الحلوي التي تصنع في صورة جبيلة 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 .

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

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

### 1.1.2.3- الأجار أجار "E406" Agar agar :

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 بالتركييز بالتفريغ أو بإعادة التجميد والإصهار ، 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 إستخدامه في أي منتج من منتجات الحلوي .

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

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

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

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

### 2.1.2.3- الألبينات "E401" Alginate :

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

ويتراوح الوزن الجزيئي للأجينات الكالسيوم  $[(C_6H_7O_6)_2Ca]_n$  بين 25,000-32,000 والوحدات الأساسية في تركيب الأجينات هي أحماض الجلوكورونيك Glucuronic ، المانورونيك Mannuronic .

وتتكون الأجينات من سلاسل متجانسة من أحماض المانورونيك ... "M-M" ... مرتبطة مع بعضها البعض ، وسلاسل متجانسة من أحماض الجولورونيك ... "G-G" ... مرتبطة مع بعضها البعض ثم سلاسل مختلطة من كلا الحماضين ... M-G-M-G ... وتزداد القدرة الجيلية للأجينات بزيادة نسبة أحماض الجولورونيك . ويمتاز جيل الأجينات الكالسيوم بالثبات الحراري أي لا ينصهر بالحرارة . ولا تنوب الأجينات الكالسيوم في الماء والأحماض ، والمذيبات العضوية ولكنها تنوب في المحاليل القلوية . أما مشتقات الأجينات القلوية فتنوب بسهولة في الماء البارد وتعمل كمواد مغلظة للقوام thickeners . ولا تستخدم الأجينات بكثرة في صناعة الحلوي ولكنها تستخدم كمواد تغطية في بعض منتجات الحلوي لمنع إتصالها سويا بدلا من إستخدام الزيوت المعدنية .

### 3.1.2.3- الكاراجينان Carrageenan

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

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

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 من لاينز وينصهر أيضا بالحرارة .
- 5- هناك نوع آخر من مركبات الكاراجينان يعرف باللامبدا كاراجينان Lambda carrageenan يكون مع بروتينات اللبن جيل ضعيف جدا
- 6- لمركبات الكاراجينان صفات عديدة فبالإضافة لأنها تعمل على تثبيت قوام منتجات الحلوي المختلفة فإنها تعمل على زيادة اللزوجة ولها القدرة على الارتباط بالماء ، كما أنها تعمل أيضا كمواد استحلاب .

### 4.1.2.3- الجيلاتين Gelatin

يستخرج الجيلاتين بالتحليل الجزيئي لكولاجين الأنسجة الضامة للحيوانات . وتعتبر عظام المواشي وجلدها وكذلك جلد الخنازير المصادر الرئيسية للجيلاتين . ويتم تحضير الجيلاتين بنزع الدهن ثم المعاملة بالقلوي liming فالإستخلاص عدة مرات بالماء الساخن . وفي أول مرات الإستخلاص يكون الجيلاتين أجود ولونه أفتح وقوته الجيلية 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

كهربي تتراوح بين 6.3-9.5 .

النوع B type : ويحضر بتطويل الكولاجين بالقلوي وتبلغ نقطة تعامله الكهربائي بين

4.5-5.2 .

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 وإنفصال المستحلبات.
- 4- يستخدم الجيلاتين إما كعامل مكون للجيل أو لإذخال الهواء Wipping or Aerating agent لذلك فانه يستخدم في صناعة منتجات الحلوى الجيلية أو منتجات الحلوى المخفوقة.
- 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 تتهار 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 التذفئة ينصهر الجيل المتكون أي أن عملية تكوين الجيل واتصهاره عملية عكسية تعتمد علي 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 والموصفات الميكروبيولوجية أثناء تخزينه وإستخدامه في التصنيع .

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

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

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

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

• يوضع ورق محلول الجيلاتين في حبل مائي بارد علي  $10 \pm 1$  درجة مئوية لمدة 17 ساعة .

• تقدر صلابة الجيل المتكون بعد تبريد محلول الجيلاتين بجهاز الجيوميتر gelometer ، وذلك بحساب الوزن بالجرام اللازم لهبوط غاطس بقطر 12.7 مم

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

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

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

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

درجات مقاومة الإختراق للجيلاتين %						
260	200	140	100	80	60	
3.7	4.3	5.1	6.0	6.7	7.7	
5.0	5.7	6.8	8.0	8.9	10.3	تركيز محلول الجيلاتين %
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 الحلوي .

### 5.1.2.3- البكتين Pectin

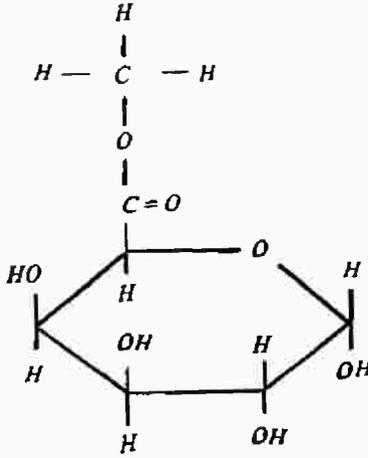
أحد المواد المكونة للجيل ويستخرج بصفة رئيسية من جدر خلايا الفواكه كما يوجد أيضا في أنواع عديدة من الخضروات . ومن أهم مصادر إستخراج البكتين صناعيا قشور الموالح وتفل (لب التفاح بعد عصره) التفاح Apple pomace .

- وتتلخص طريقة إستخلاص البكتين من قشور الموالح أو نفل التفاح فيما يلي :
- تعامل قشور الموالح أو نفل التفاح بحامض ساخن فيفتكك البكتين من البروتوبكتين .
  - تزال المواد غير الذائبة في محلول الحامض بالضغط والترشيح وفي وجود عوامل مساعدة للترشيح Filter aids .
  - يتم تركيز محلول البكتين بإستخدام المبخرات .
  - تجري عملية الترسيب بطرق متباينة لإنتاج نوع معين من البكتين كما يلي :
  - إذا تم ترسيب البكتين بسرعة ينتج مباشرة البكتين عالي الميثيل High-methoxyl pectin .
  - إذا ترك المحلول لبضعة أيام قبل الترسيب تنخفض نسبة مجاميع الميثيل وينتج البكتين منخفض الميثيل Low-methoxyl pectin .
  - أما البكتين الأيمدي 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 الألياف البكتين ثم تجفف تحت تفريغ وتطحن وتتخل لحجم الجزيئات المطلوب .
  - يمكن ترسيب البكتين علي صورة ملح غير ذائب ثم يزال الألومنيوم بالفسيل بالكحول الحمضي .

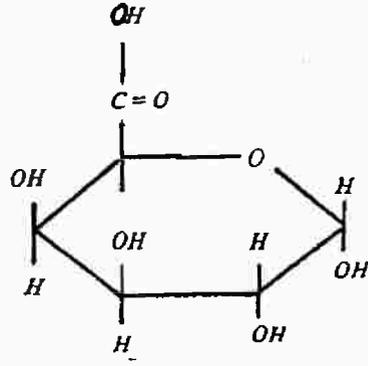
ويتكون البكتين كيميائيا من عدة منسبات من وحدات حمض الجلاكتورونيك Galacturonic acid المرتبطة مع بعضها بالرابطة 1-4 . ويتراوح الوزن الجزيئي للبكتين بين 20 000 إلى 100 000 . تجري عملية ميثلة لوحدات حمض الجلاكتورونيك فتؤثر درجة الميثلة علي صفات البكتين تأثيرا كبيرا .

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

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



Methoxylated galacturonic acid -2  
حمض الجالاكتورونيك المرتبط بمجموعة ميثيل



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

methylation (DM) أو هي عدد وحدات الميثيل في كل 100 وحدة حمض جالاكتورونيك . فإذا مازادت هذه النسبة عن 50 يطلق علي 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 بالألا تريد درجة الأميدية Degree of amidation في هذا النوع عن 25% . كذلك لم تحدد التشريعات الغذائية حدود قصوي لاستهلاك الإنسان من البكتين عالي الميثيل . أما البكتين منخفض الميثيل فقد حددت التشريعات الغذائية حدود قصوي لإستهلاك الإنسان اليومي لها . Acceptable Daily Intakes

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

- 1- تختلف صفات الجيل بين نوعي البكتين ففي حين لاينصهر جيل البكتين عالي الميثيل كلية بعد تكوينه ، يتميز جيل البكتين منخفض الميثيل بأنه يمكن أن يتكون مرة أخرى عند تبريده بعد إنصهاره Thermoreversible .
- 2- يستخدم البكتين عالي الميثيل في تصنيع جيلي الفواكه الحامضية بينما يستخدم البكتين منخفض الميثيل في منتجات الحلوي التي يقترب رقم الحموضة لها "pH" من التعادل.
- 3- يمكن إستبدال جزء من الجيلاتين بالبكتين (حتى 25%) دون حدوث تغيرات معنوية في قوام منتجات الحلوي . أما إذا إستبدل أكثر من 25% من الجيلاتين بالبكتين فإن قوام منتجات الحلوي يصبح أكثر طراوة وأقل قابلية للمضغ Less chewy .
- 4- باستخدام البكتين مع النشا ينتج قوام عجيني يكون مرغوبا فقط عند صناعة الملبن .
- 5- عند إستخدام البكتين في صناعة منتجات الحلوي يجب ضبط رقم الحموضة (pH) أثناء التصنيع .

### 6.1.2.3 - النشا Starch

يتواجد النشا كغيره من المواد الكربوهيدراتية في المملكة النباتية ويستخرج من الحبوب أو الدرناات . 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 الموائل المكونة للجيل الأخرى في أنها في صورتها الطبيعية لاتذوب 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 الجلتنة 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 بالتغير في رقم الحموضة (pH) لأن جزيء 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 .

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

ويتميز نشا الأميلوبكتين بأنه لا يتجلتن لذلك لا تظهر فيه هذه الزيادة في اللزوجة .

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

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

جدول (4.3): بعض صفات أنواع نشا مختلفة .

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

وهناك أنواع من النشا المحتوية علي 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 الحلوي الصلبة حيث يتجلتن الأميلوز علي درجات حرارة مرتفعة تصل لحوالي 120 درجة مئوية كما يستقر بسهولة عند التبريد مكونا قواما صلبا ثابتا .

كذلك يتم تعديل التركيب الكيميائي للنشا لإكسابها خواص طبيعية أفضل ولتحقيق أغراض معينة في صناعة الحلوي ، 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 لجزيء النشا بالهيبوكلوريت حيث تسبب أكسدة جزيء النشا انخفاض في قابليته لتكوين الجيل ، والنشا المعامل بحامض القوسفوريك ... الخ .

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

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

ويوجه عام إذا تم إدخال أو دفع الهواء في أي مادة جيلية بطرق ميكانيكية (كالضرب والخفق) أو كيميائية (كإنتاج CO<sub>2</sub>) واستقر شكل المادة الجيلية بعد دفع الهواء فيها ، يطلق عليها حينئذ منتج مخفوق أو مشبع بالهواء Whipped or aerated product

وتتميز عوامل إدخال الهواء بالقدرة علي إنتاج الرغوة وتقاس هذه الصفة بحجم الرغوة Foam volume أما الصفة الأكثر أهمية فهي مدي ثبات الرغوة الناتجة stability وتحملها لعمليات التصنيع . ويرتبط حجم وثبات الرغوة بلزوجة محلول المادة الجيلية فعندما تكون اللزوجة أقل تنتج رغوة وفيرة وثباتها 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 علي إنتاج الرغوة . وللدهون تأثيرا مثبتا علي إنتاج للرغوة وثباتها في معظم خلطات الحلوي التي يدخل في تركيبها عوامل إدخال الهواء ، ويستثنى من ذلك ألبومين البيض .

ومن أهم المواد المستخدمة كموامل لإدخال الهواء في صناعة بعض منتجات الحلوي مايلي :

1- ألبومين البيض المجفف

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

3- بروتينات الصويا

4- أنواع خاصة من الجيلاتين .

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

وفيما يلي نبذة مختصرة عن بعض هذه المواد :

\* ألبومين البيض المجفف : 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 وتتخل ، 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 جبيلية ، ويمكن لبعضها أن تصبح عوامل إدخال هواء بعد تعديل صفاتها ، فقد أنتج من بروتينات اللبن أحد عوامل إدخال الهواء وإسمه التجاري Hyfoama وقد نجح استخدامه في عدة منتجات الحلوي بمفرده أو مع مخلوط من العوامل الجبيلية وعوامل إدخال الهواء . وتجدر الإشارة إلى تأثير معظم عوامل إنتاج الرغوة سلبيا بوجود الدهن عدا ألبومين البيض .

\* بروتينات الصويا : كانت نكهة الصويا beany flavor في بروتينات الصويا تعوق استخدامها في منتجات الحلوي 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 كمواد منتجة للرغوة . وتتميز بروتينات الصويا بأن إنتاجها للرغوة لا يتأثر سلبيا بطول مدة الخفق كمعامل إدخال الهواء الأخرى .

### 4.3- الصمغ 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

بالتخمر الميكروبي . والصمغ عبارة عن مخاليط مواد معظمها سكريدات عديدة وتمتاز بمحاليها الغروية اللزجة وبقوتها اللاصقة عند جفافها وهي عادة لا تكون محاليل سميكة القوام من نوع الجيل .

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

وفيما يلي نبذة مختصرة عن بعض أنواع الصمغ :

1.4.3- صمغ مستخلصة من الأشجار : مثل الصمغ العربي أو صمغ الأكاسيا

“E414” ، صمغ التراجاكانث (الكثيرة) “E413” Tragacanth ، صمغ اللبان Gum chicle .

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

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

- يستخدم صمغ الأكاسيا في إنتاج حلوي اللبان المنكهة بنكهات مختلفة .
- يستخدم في مكونات شراب تغطية Panning أنواع كثيرة من الحلوي .
- يستخدم كمنبط لعملية تبلور السكريات بسبب وزنه الجزيئي العالي ولزوجة محاليله .

• ويمكن إستخدام صمغ الأكاسيا في خلطات مع أنواع الصمغ الأخرى أو المواد المكونة للجيل .

• تعتمد حلوي الباستيلية المعروفة منذ مائة عام في إنتاجها علي صمغ الأكاسيا .

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

### 2.4.3- صموغ مستخلصة من البذور : مثل صمغ بذور الخروب Locust

bean or Carob bean gum ، صمغ الجوار Guar gum . وفيما يلي نبذة مختصرة عن صمغ بذور الخروب .

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

### 3.4.3- صموغ منتجة ميكروبييا : مثل صمغ الزانثان Xanthan ، صمغ الجيلان

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

### 5.3- الدهون والمواد المتعلقة بها Fats and related ingredients

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

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

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

- 1- سلوكيات وتخيرات قوام الدهن أثناء الأكل .
- 2- نكهة الدهن أثناء الأكل .
- 3- فترة صلاحية منتجات الحلوي وموائمة الدهن المستخدم في خلطة الحلوي لطول فترة الصلاحية .
- 4- الصفات الوظيفية للدهن أثناء التصنيع وتأثيره علي قوام الخلطة وقابليتها للإنتشار .
- 5- أسعار للدهون .

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

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

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

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

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

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

أما أهم المواد المتطقة بالدهون وتستخدم في أنواع الحلوي المختلفة :

### 1.5.3- الليسيثين Lecithin

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

1- توزيع الدهن جيدا في مخلوط الحلوي ومنع انفصاله .

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

3- كذلك يعمل الليسيثين كمادة مرطبة Wetting agent .

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

### 2.5.3- الجليسريل أحادي الستيرات Glyceryl monostearate :

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

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

### 3.5.3- عوامل تسهيل الحركة Release agents

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

وتؤدي عوامل تسهيل الحركة الوظائف التالية :

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

2- تعمل علي خفض معدل إنحلال الدهن .

3- تثبط نمو الفطريات .

4- زيادة لمعان قطع الحلوي.

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

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

### 6.3- منتجات الألبان المستخدمة في صناعة الحلوي :

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

### 7.3- المواد الملونة المستخدمة في بعض منتجات الحلوي :

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

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

• إصطناعية Synthetic ولاتماثل الألوان الطبيعية .

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

• طبيعية Natural وتستخرج من مصادر نباتية وحيوانية .

وقد أصدرت اللجنة المشتركة (المنظمة الأغذية والزراعة FAO ، الصحة العالمية WHO) لخبراء المواد المضافة للأغذية قائمة بالمواد الملونة الإصطناعية 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 .

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

• 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 (6.3): القائمة التي أصدرتها المجموعة الاقتصادية الأوروبية لبعض المواد الملونة.

رقم كودي	المادة الملونة	المصدر	بعض الصفات
<b>Red colors الحمراء</b>			
E120	Carmine	طبيعي	ينوب في الماء - مقاوم للعوامل المؤكسدة والمختزلة - سهل الثلاثي - الحد الأقصى المسموح به 50 مجم / 1 كجم .
E122	Carmoisine	إصطناعي	ينوب في الماء ولاينوب في الدهون - الحد الأقصى المسموح به 20 مجم / 1 كجم أو 100 مجم / 1 كجم في الجيلاتين .
E127	Erythrosine	إصطناعي	نوبان محدود في الماء - لا يستخدم في المنتجات الحامضية - الحد الأقصى المسموح به 50 مجم / 1 كجم
<b>Yellow and Orange colors الصفراء والبرتقالي</b>			
E100	Curcumin	طبيعي	ثبات ضعيف في بعض البيئات - ينوب قليلا في الماء - ينوب في الكحول والدهون - الحد الأقصى المسموح به 50 مجم / كجم
E102	Tartrazine	إصطناعي	ينوب في الماء - يصلح استخدامه مع مكونات كثيرة ولا يتغير لونه بالضوء .
<b>Green colors الخضراء</b>			
E110	Chlorophyll	طبيعي	ينوب قليلا في الماء - يشحب لونه بتأثير الضوء - الحد الأقصى المسموح به 500 مجم / 1 كجم
E142	Green S	إصطناعي	ينوب في الماء - الحد الأقصى المسموح به 100 مجم / 1 كجم
<b>Blue colors الزرقاء</b>			
E131	Patent blue	إصطناعي	ينوب في الماء - يصلح استخدامه مع مكونات كثيرة ولكنه يحتاج لوسط حامضي أقل من pH = 5 ، الحد الأقصى المسموح به 50 مجم / 1 كجم
E132	Indigo carmine	طبيعي ، إصطناعي	ينوب في الماء - يشحب لونه بفعل العوامل المختزلة - الحد الأقصى المسموح به 50 مجم / 1 كجم
<b>Brown colors البنية</b>			
E150	Caramel	طبيعي	ينوب في الماء - الحد الأقصى المسموح به 500 مجم / 1 كجم
<b>Black colors السوداء</b>			
E151	Black PN	إصطناعي	ينوب في الماء - يتغير لونه في المحاليل الساخنة لشراب الجلو كوز - الحد الأقصى المسموح به 50 مجم / 1 كجم
E153	Vegetable black	طبيعي	لاينوب في الماء - الحد الأقصى المسموح به 1500 مجم / 1 كجم

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

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

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

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

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

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

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

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

7- يعزي جزء من التأثير الكيميائي الذي يحدث في الألوان للتغير في الصفات الطبيعية للحلوي، فلون الفوندان يكون ناصعا ، وعندما تخفق خلطة الفوندان لإدخال للهواء فيها يفقد اللون كثيرا من توجهه ولمعانه ، كما يتغير مظهر الملبس كثيرا 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 الحلوي المغلية .

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

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

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

### لون الكراميل :

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

يستخدم الكراميل في منتجات الحلوي كالتوفي والبوننج كمكسب للون والطعم .

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

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

كراميل 2		كراميل 1	
10	كراميل محمل بشحنات سالبة	10	" كراميل محمل بشحنات سالبة "
9		9	لايترسب الكراميل
8		8	
7		7	نقطة التعادل الكهربى
6		6	
5		5	كراميل محمل بشحنات موجبة "
4	نقطة التعادل الكهربى	4	يترسب الكراميل
3		3	
2	كراميل محمل بشحنات موجبة	2	لايترسب الكراميل
1		1	

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

## 8.3- المواد المنكهة Flavoring materials

### مقدمة

مجموعة من المركبات العطرية تضاف إحداهما أو مخلوط منها لمنتجات الحلوي لتكسبها صفات النكهة المميزة لها . وتشمل المواد المكسبة للنكهة (المنكهة) مايلي :

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 الراتجية ، وعصائر الفواكه 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 الإصطناعية المحضرة من منتجات طبيعية مثل الفانيلين المحضّر من ليجنين الخشب .

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

6- المركبات العطرية الإصطناعية 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 carrier .

2.8.3- وفيما يلي أهم الإعتبارات الواجب مراعاتها عند استخدام المواد المنكهة في صناعة منتجات الحلوي :

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

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

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

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

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

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

المواد المنكهة للحلوي المغلية في نهاية خطوات التصنيع و بزيادة 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 الحلوي المشبعة بالهواء (المخفوقة) كالنوجا والمارشمالو .

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

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

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

10- تضاف للبان Chewing gum نسبة أعلى من المواد المنكهة عن منتجات الحلوي 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 الحلوي الأخرى .