الباب الثالث

بعض المواد الخام المستخدمة في صناعة الحلوي

obeikandl.com

obeikandl.com

3- بعض المواد الخام المستخدمة في صناعة الحلوي

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

1.3- المحليات Sweeteners

تقسم المواد المكسبة للطعم الحلو إلي قسمين رئيسيين :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

الوحدة "AH" :

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

الوحدة "B" :

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

الوحدة "γ" :

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

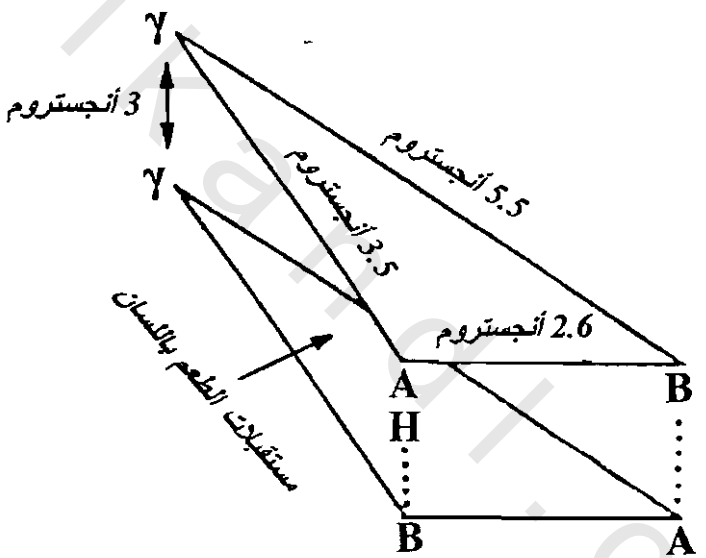
وتبلغ المسافة بين الوحدات "AH" ، "B" ، "γ" كما يلي :

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

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

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

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

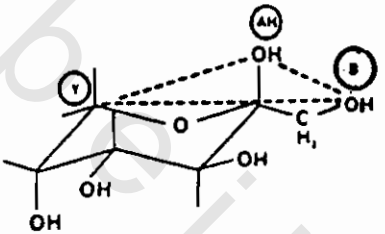


شكل (1.3): نموذج التركيب الثلاثي Tripartite للمركبات حلوة الطعم

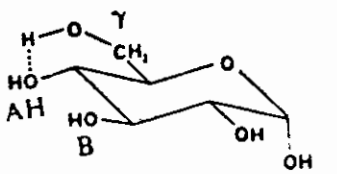
ويجب أن تكون روابط السكريات في الشكل الحلقي الخماسي في وضع معين حتي تكون المسافات بين الوحدات AH ، B ، γ بالأبعاد سابقة الذكر .

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

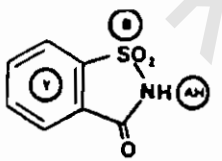
ويوضح الشكل (2.3) بعض الجليكوفورات لمركبات حلوة الطعم . ويلاحظ من نفس الشكل (2.3) أوضاع AH ، B ، γ . كما يلاحظ أيضا أن بعض الأحماض الأمينية مثل التربتوفان ، الهستيدين ، الفينيل آلانين ، التيروزين ، الليوسين ، الجليسين تتميز بطعمها الحلو في الصورة D أما مشابهاتها في الصورة L فإنها قد لايكون لها طعما أو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



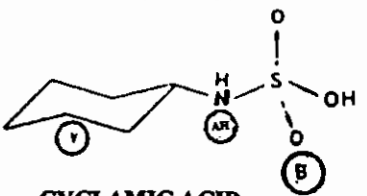
β-D-FRUCTOSE



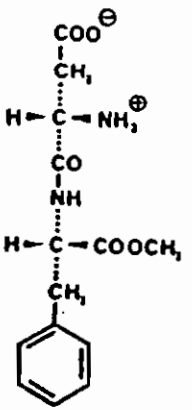
D-GLUCOSE



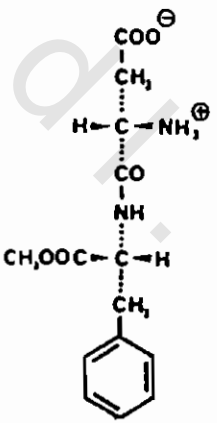
SACCHARIN



CYCLAMIC ACID



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



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

شكل (2.3): تركيب بعض المركبات حلوة الطعم

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

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

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

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

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

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

* الاسم التجاري لمادة التحلية.

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

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

ومن أهم أنواع السكريات المستخدمة في صناعة الحلوي :

1.1.3- سكر السكروز

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

2.1.3- سكر الدكستروز

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

ويوجد نوعين من الدكستروز :

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

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

3.1.3. شراب (عسل) الجلوكوز والنشا المتحلل

Glucose syrup and starch hydrolysates

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

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

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

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

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

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

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

المصدر :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.1.3- السكر المحول Invert sugar

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

5.1.3- الفركتوز

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

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

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

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

6.1.3- الكراميل أو السكر المحروق Caramel

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

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

7.1.3- السكر الثلجي Icing sugar

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

8.1.3- سكر اللاكتوز Lactose

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

9.1.3- السوربيتول Sorbitol

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

ويعتبر السوربيتول عامل مرطب وذلك لقدرته علي الإحتفاظ بالرطوبة .

10.1.3- سكر المابل Maple sugars

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

2.3. الصموغ والمواد الجيلية Gums and Gelling Agents

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

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

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

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

1.2.3. العوامل المكونة للجيل Gelling agents

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

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

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

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

n عن وجود البروتين في حالته الطبيعية Native state

أما d فتعني حدوث دنترة لجزئيات البروتين

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.1.2.3- الآجار أجار "E406" Agar agar :

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

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

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

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

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

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

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

2.1.2.3- الألجينات "E401" Alginate :

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

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

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

3.1.2.3- الكاراجينان Carrageenan

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

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

وتتميز أنواع الكاراجينان بالصفات التالية :

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

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

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

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

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

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

4.1.2.3- الجيلاتين Gelatin

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

ويقسم الجيلاتين طبقا لطريقة تحضيره إلي :

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

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

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

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

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

وفيما يلي بعضا من صفات الجيلاتين :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

المصدر :

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

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

5.1.2.3- البكتين Pectin

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

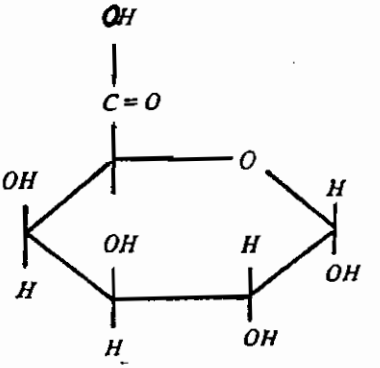
وتتلخص طريقة إستخلاص البكتين من قشور الموالح أو تفل التفاح فيما يلي :

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

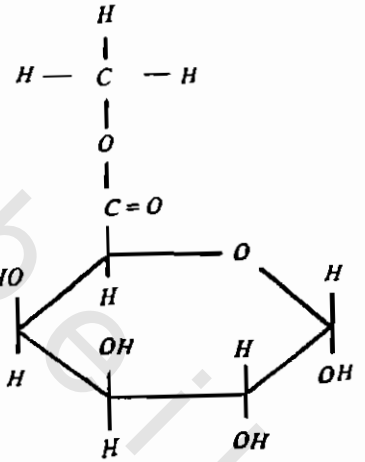
ويتكون البكتين كيميائيا من عدة مئات من وحدات حمض الجلاكتورونيك Galacturonic acid المرتبطة مع بعضها بالرابطة 1-4 . ويتراوح الوزن الجزيئي للبكتين بين 20 000 إلي 100 000 . تجري عملية ميثلة لوحدات حمض الجلاكتورونيك فتؤثر درجة الميثلة علي صفات البكتين تأثيرا كبيرا .

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

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



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



2- Methoxylated galacturonic acid
حمض الجلاكتورونيك المرتبط بمجموعة ميثيل

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

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

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

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

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

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

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

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

6.1.2.3- النشا Starch

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

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

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

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

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

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

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

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

جدول (4.3): بعض صفات أنواع نشا مختلفة .

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

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

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

3.3. عوامل إدخال الهواء Aerating or Whipping Agents

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

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

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

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

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

1- ألبيومين البيض المجفف

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

3- بروتينات الصويا

4- أنواع خاصة من الجيلاتين .

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

وفيما يلي نبذة مختصرة عن بعض هذه المواد :

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

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

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

4.3- الصموغ Gums

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

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

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

وفيما يلي نبذة مختصرة عن بعض أنواع الصموغ :

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

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

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

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

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

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

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

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

5.3- الدهون والمواد المتعلقة بها Fats and related ingredients

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

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

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

1- سلوكيات وتغيرات قوام الدهن أثناء الأكل .

2- نكهة الدهن أثناء الأكل .

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

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

5- أسعار الدهون .

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

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

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

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

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

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

أما أهم المواد المتعلقة بالدهون وتستخدم في أنواع الحلوي المختلفة :

1.5.3- الليسيثين Lecithin

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

1- توزيع الدهن جيدا في مخلوط الحلوي ومنع انفصاله .

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

3- كذلك يعمل الليسيثين كمادة مرطبة Wetting agent .

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

2.5.3- الجليسريل أحادي الستيارات Glyceryl monostearate :

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

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

3.5.3- عوامل تسهيل الحركة Release agents

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

وتؤدي عوامل تسهيل الحركة الوظائف التالية :

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

2- تعمل علي خفض معدل إنحلال الدهن .

3- تثبط نمو الفطريات .

4- زيادة لمعان قطع الحلوى.

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

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

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

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

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

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

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

* إصطناعية Synthetic ولاتماثل الألوان الطبيعية .

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

* طبيعية Natural وتستخرج من مصادر نباتية وحيوانية .

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

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

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

* رفعت بعض الدول الأمارانث من القائمة .

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

لون الكراميل :

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

يستخدم الكراميل في منتجات الحلوي كالتوفي والبودنج كمكسب للون والطعم .

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

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

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

8.3- المواد المنكهة Flavoring materials

مقدمـــــــــة

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

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

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

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

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

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

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

7- محسنات النكهة flavor enhancers مثل المالتول maltol .

8- محسنات الطعم المعروفة كالملح والسكريات والمحليات والأحماض العضوية .

9- المذيبات أو المواد الحاملة للنكهات solvent or carrier .

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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